LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS

LE PAYS MANDÉNI EN BASSE GUINÉE

A marée basse, sur la grève de Sallatouk, les pêcheuses mandéni récoltent les palourdes enfouies dans le sable (*Photo* A. S. Balachowsky).

N° 3215 — Mars 1953 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

A la suite de notre information sur le « Jénolite » (La Nature, novembre 1952, p. 321 C), on nous signale que le « Derustex », produit antirouille fabriqué par une société française, permet de protéger efficacement toutes les pièces métalliques sujettes à la corrosion. Le « Derustex » modifie chimiquement la surface des métaux ferreux, attaque en profondeur la rouille existante et la transforme en une couche de liaison combinée au métal. Ce produit permet de traiter les pièces par le procédé de phosphatation et forme ainsi un film homogène qui isole le métal de la corrosion produite par l'action de l'air et de l'eau. La préparation des surfaces à traiter se fait par brossage à la brosse métallique et l'application du produit s'effectue à l'aide de la brosse, du pistolet ou d'un chiffon et aussi par trempé. Le séchage a lieu en moins de douze heures, temps après lequel on peut appliquer les couches de peinture antirouille.

* * *

On applique aux États-Unis, pour le battage des pieux en béton armé, un nouveau mode d'exécution qui permet de récupérer l'acier des armatures principales. Le procédé consiste à enchâsser les armatures dans des gaines en papier lors du bétonnage du pieu et à les soumettre à la précontrainte après le durcissement du béton ; après le battage du pieu, les armatures principales peuvent être enlevées en les dévissant hors des écrous qui les retenaient.

* * *

La Chambre de commerce du Havre a annoncé que les travaux de construction du pont de Tancarville commenceront à la fin de 1953. Il franchira la Seine par une arche unique de 1 400 m de long et 12 m de large, à 47 m au-dessus du fleuve. Les travaux exigeront une dépense de plusieurs milliards de francs et demanderont environ trois ans.

* * *

La Commission de l'Énergie Atomique des États-Unis a annoncé la construction à Pike County, dans l'Ohio, à 60 km au sud de Colombus, d'une nouvelle usine de séparation de l'uranium 235 par le procédé de diffusion gazeuse. Elle sera la troisième après celles d'Oak Ridge et de Paducah. Le devis prévoit une dépense d'un milliard deux cent millions de dollars et un délai d'installation de quatre années.

SOMMAIRE

LE PAYS MANDÉNI EN BASSE GUINÉE

LES RADIO-ISOTOPES DANS LA RECHERCHE BIOLOGIQUE

VERS UN PIPE-LINE EUROPÉEN GÉANT

LES TRANSISTORS

L'INSTINCT ET LES FORMES INNÉES DES CONDUITES ANIMALES (2)

LES GENRES DE VIE DE L'HOMME PRÉHISTORIQUE (3)

LES PLANÈTES LOINTAINES

LA FIÈVRE APHTEUSE

RHÉNIUM ET TECHNECIUM

LA MANUTENTION MÉCANIQUE DANS LES PORTS

LE COBALT NÉCESSAIRE

LE CŒLACANTHIDÉ D'ANJOUAN

La production du crin végétal au Maroc

Le Maroc a exporté en 1951 le chiffre record de 65 800 tonnes de crin végétal, retrouvant et dépassant sa production passée. Cent cinquante unines conditionnent le crin végétal constitué par les fibres des feuilles du palmier nain, cet arbuste sauvage qui pousse dans toute l'Afrique du Nord. Le développement des cultures a conduit les établissements qui préparent du crin végétal à s'installer dans les zones incultes où elles peuvent s'approvisionner sans transports excessifs.

* * *

Une pâte antigrippage (« Ragosine ») destinée à la lubrification sèche jusqu'à des températures de 500° C. environ et sous des pressions pouvant atteindre 70 kg/mm², vient d'être mise sur le marché en Grande-Bretagne. Ce produit, dont les propriétés sont supérieures à celles du graphite, est plus particulièrement recommandé pour le graissage des grosses pièces et lors des opérations d'étirage et de tréfilage.

Le Naval Ordnance Research Laboratory, à Washington, a mis au point un nouvel alliage dénommé « bismanol » qui peut se substituer aux aciers au cobalt et nickel utilisés pour les aimants permanents. Le nouveau produit est obtenu à partir de bismuth, de manganèse et de poudre de fer.

* * *

La Tokyo Gas Cy va récupérer le germanium des cendres et suies des charbons germanifères qu'elle consomme. La production annuelle prévue est de l'ordre de 500 kg.

* * *

Aux Charbonnages de Nota Scotia, au Canada, les câbles des cages sont contrôlés par un dispositif électronique qui, sans interrompre le service des puits, permet d'en apprécier la résistance et le coefficient de sécurité sur toute leur longueur.

* * *

On prévoit une extension considérable de la production du lithium aux États-Unis. Elle serait élevée progressivement de 2 000 t annuelles actuellement à 5 000 t en 1955.

* * *

Le budget des Pays-Bas pour 1953 prévoit l'intégration des moulins à vent existants à la production d'énergie électrique. Des crédits seront consentis aux propriétaires de ces moulins pour l'acquisition des appareils nécessaires.

* * *

On estime qu'en 1952 le troupeau de moutons marocains a atteint le chiffre de 12 millions de têtes, soit 10 pour 100 de plus qu'en 1951. La production de laine brute atteindrait de 33 à 38 millions de livres en 1952.

* * *

Les représentants de dix pays de l'Afrique australe, réunis à Pretoria, ont décidé d'établir un secrétariat permanent pour assurer la continuité des recherches et travaux relatifs à la conservation des sols de ces régions. Les pays intéressés sont : le Congo Belge, les deux Rhodésies, le Mozambique, l'Angola, le Sud-Ouest africain, l'Afrique du Sud et les trois protectorats : Swaziland, Basoutoland et Bechuanaland.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

92, rue Bonaparte,
PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

ABONNEMENTS 1953

France et Union fre : un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français
ou l'équivalent en monnaie étrangère

« La Nature » se réserve l'exclusivité des articles publiés et de leurs illustrations.
Aucune reproduction, traduction ou adaptation
ne peut être publiée sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

N° 3215 Mars 1953

LA NATURE

Le pays Mandéni en basse Guinée

A QUELQUE 80 km au sud de Conakry, le long du littoral océanique, de l'autre côté de la Mellakoré, commence le pays Mandéni. Il s'étend dans toute la zone des estuaires, des « rivières du sud », à travers les plaines littorales, les mangroves (1) et les grandes plages de sable fin à partir de Benty pour pénétrer au delà de la Kollent dans le territoire de la Sierra Leone britannique (fig. 1). Le climat du pays Mandéni est celui de la basse Guinée avec deux saisons très différenciées mais la brise de mer donne toute l'année à la région une fraîcheur agréable qui est inconnue plus avant dans le continent. Le sol est riche, fertile, car les pluies torrentielles de juillet-août font déborder fleuves et marigots chargés de l'humus arraché aux pentes de l'arrière pays. Les terrains salés de la palétuveraie sont récupérés petit à petit au moyen de canaux, diguettes, drains, et se transforment en « polders » à rizières.

Les Noirs Mandéni se rapprochent beaucoup des Sou-sou qui peuplent la basse et la moyenne Guinée et ils ont probablement la même origine. Ce sont des « refoulés littoraux » mais qui ont su résister aux invasions des Peulhs et aux raids des chasseurs d'esclaves. Ils offrent le même type que les Sou-sou, en plus affiné; ils parlent la même langue, avec des mots et des expressions particulières où l'on retrouve des racines bantou, bien qu'ils n'aient aucun rapport avec cette race qu'ils ont peut-être cotoyée autrefois dans l'infranchissable refuge de la mangrove.

Comme les Sou-sou, ce sont des Musulmans faiblement islamisés dont les origines fétichistes primitives apparaissent encore bien vivantes dans les rites compliqués et les danses. C'est une très belle race, saine, de stature moyenne, au corps bien proportionné, souple, musclé, aux membres longs avec des attaches très fines, un type négroïde moyennement ou faiblement accusé; les femmes sont réputées pour être les plus belles de toute la Guinée (fig. 2 et 3). Si l'on ajoute à cette perfection corporelle un caractère extrêmement gai, enjoué, insouciant qui laisse son empreinte sur des visages constamment détendus et souriants, on peut dire que le pays Mandéni constitue, avec la beauté de son paysage, son climat, la richesse de son sol, un véritable petit paradis en terre africaine.

Un trait remarquable du caractère des Mandéni est leur extrême honnêteté. M. Moity, planteur aux environs de Benty, a créé, en bordure de deux villages, une bananeraie qui compte parmi les plus belles de Guinée; depuis vingt ans il n'a jamais constaté le moindre vol de bananes, bien qu'il n'y ait aucune surveillance et que les

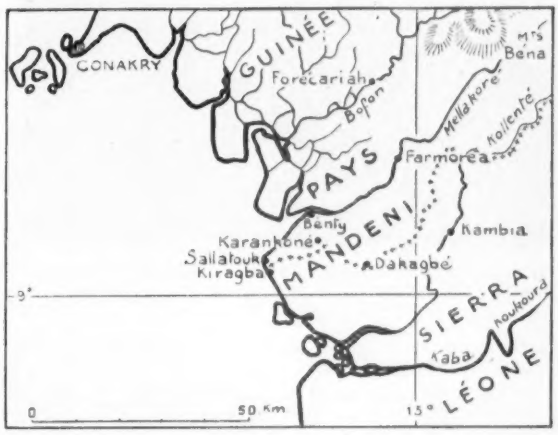

Fig. 1. — *Le pays Mandéni, débordant au sud la frontière de la Sierra Leone.*

1. La « mangrove » est la forêt littorale de Palétuviers comprenant deux espèces botaniques : *Avicennia nitida* (Verbenacée) ou palétuvier blanc, et *Rhizophora racemosa* (Rhizophoracée) ou palétuvier rouge (fig. 4).

Fig. 2 et 3. — *Jeunes filles Mandéni.*
(*Photos* A.-S. BALACHOWSKY).

Fig. 4. — *Jeunes Palétuviers rouges aux environs de Sallatouk.*
(*Photos* A.-S. Balachowsky).

Fig. 5. — *A l'entrée du village de Sallatouk, sous les cocotiers et les palmiers à huile.*

sentiers allant d'une agglomération à l'autre longent la plantation dans toute son étendue.

Les planteurs européens sont nombreux dans le pays et Benty est aujourd'hui un des centres de production agricole les plus importants de Guinée. Les bananeraies à banane de Chine (*Musa sinensis*) y sont très prospères et donnent des fruits de qualité exceptionnelle; celles de M. Moity atteignent des rendements moyens de 40 t à l'hectare, ce qui est un maximum pour cette culture. Au cours de ces dernières années les plantations d'Ananas se sont aussi considérablement développées. Un port aménagé sur la Mellakoré permet aux bateaux « bananiers » d'accoster et d'effectuer leur chargement directement pour la Métropole, ce qui évite le transport par route sur Conakry. La main-d'œuvre est abondante, intelligente, honnête, dévouée et travailleuse.

Fig. 6. — *Les cases n'ont pas de porte, car le vol est inconnu.*

Les rizières, toutes indigènes, sont également en voie de constante amélioration et les rendements augmentent tous les ans. En Sierra Leone, à 20 km de la frontière guinéenne, le gouvernement britannique a créé sa Station de recherches du riz de Rokupr, dirigé par M. Adams; on y étudie tous les procédés d'amélioration de cette culture dans la zone des rivières littorales.

La valeur des terres du pays Mandéni autorise toutes les possibilités de cultures mais d'importants travaux d'aménagement restent encore à faire pour défricher la mangrove, établir des digues, installer des drains, car l'énorme pluviométrie de cette région (qui dépasse 4 m par an) inonde le sol pendant plusieurs mois de l'année.

Le Cocotier trouve également là, près de la mer, son climat préféré; il est d'introduction relativement récente et tend de plus en plus à se substituer au palmier à huile (*Eloeis guineensis*) dont l'inconvénient majeur est que la cueillette des régimes est difficile sur cet arbre élevé.

Les villages sont nombreux en pays Mandéni; nous prendrons comme type celui de Sallatouk, situé en bordure de la mer au niveau du cap du même nom, à quelques kilomètres de la Sierra Leone. La civilisation européenne n'y a guère pénétré car on n'y accède qu'à pied après de longues marches par des sentiers compliqués cheminant à travers la mangrove où l'on enfonce parfois jusqu'aux cuisses dans le « poto-poto ». Rappelons que le « poto-poto » est la vase noirâtre souvent de plus d'un mètre d'épaisseur que l'on trouve dans la mangrove et où les palétuviers plongent leur racines adventives. Par extension on désigne sous le même terme en Afrique tous les terrains boueux.

Il est donc préférable de passer, le long des rizières, par Kiragba en Sierra Leone, puis ayant atteint le littoral, de se rabattre vers le nord en suivant pendant quatre kilomètres l'immense plage blanche. Ici il n'y a ni instituteur, ni postier, ni gendarme, ni douanier, ni même de missionnaire, on est parmi des Mandéni et depuis des siècles rien n'a changé. Sous

Fig. 7. — *Une pêcheuse, son filet et sa calebasse.*
(*Photos* A.-S. Balachowsky).

Fig. 8. — *L'industrie du sel en pays Mandéni.*
Le sel est recueilli par évaporation de l'eau salée filtrée par le panier.

une abondante végétation de Cocotiers, d'*Eleoesis*, de Fromagers, le village apparaît (fig. 5) derrière la plage où gisent quelques pirogues monoxyles bariolées à côté de filets de pêche séchant au soleil. Les cases sont belles, propres, blanches avec leur toit de paille fraîche, elles émergent au milieu d'une exubérante verdure, chaque famille possédant la sienne comme dans un lotissement balnéaire dépourvu de barrières et de clôtures. On entre dans les cases par une ouverture béante (fig. 6) : il n'y a pas de portes dans ces pays où le vol est inconnu. L'outillage domestique est simple, composé de calebasses (comme partout en Afrique), de chaudrons, de spatules en bois, etc., qui traînent devant les demeures ouvertes à tous les vents au milieu des animaux domestiques et de basse-cour : chiens, chats, chèvres, cochons, poules, canards, pintades, etc.

Tout autour des cases poussent les cultures vivrières et fruitières, c'est le potager familial à portée de la main : manioc, taro, patate douce, bananier, papayer, oranger, à l'ombre tamisée des Cocotiers élancés et des palmiers à huile plus rigides qui apportent aux Mandéni les matières grasses de leur ration alimentaire. Hors du village, dans les terres récupérées sur la mangrove, on cultive le riz asiatique qui est l'aliment de base. Cette nourriture à la fois variée et complète constitue peut-être le véritable secret du caractère et du bonheur de cette population qui ne connaît ni la disette, ni la monotonie alimentaire des pays de monoculture et de savane.

Les hommes pêchent dans leurs légères pirogues monoplaces, étroites, élancées, creusées dans le tronc de Fromagers, ils les manœuvrent avec dextérité, à la pagaie. Le poisson est abondant et l'espadon se laisse prendre facilement au filin sur la crête des vagues souvent à quelques dizaines de mètres du bord. Les requins y pullulent également et surtout le « marteau » très redouté, la pêche devient alors un véritable sport avec ses risques. Les femmes traînent les filets dans les eaux basses et reviennent souvent leur calebasse pleine de petits poissons « à friture » (fig. 7); elles grattent aussi le sable à marée basse pour en extraire de grosses palourdes qui, cuites à l'huile de palme constituent un mets de choix (voir notre photo de couverture).

Les Mandéni exploitent également le sel qui est exporté jusqu'au Soudan. Les terres salées de la mangrove sont entassées dans des paniers de fibre de cocotier filtrant par lessivage la saumure recueillie dans un trou (fig. 8). Le sel est obtenu ensuite par simple évaporation. Cette « industrie » paraît fort ancienne si l'on en juge par le nombre et la hauteur des monticules de terre dessalée accumulés, formant des tumulus où poussent aujourd'hui des cocotiers donnant un relief d'atoll au paysage plat du littoral.

Ce qui frappe dans les villages mandéni, c'est le nombre considérable d'enfants dont les rires et la gaîté fusent partout. Quand la nuit est venue, le pays s'anime car c'est l'heure des divertissements collectifs. En général toute la population du

Fig. 9. — *Une cour d'habitation mandéni.*

Fig. 10. — *Femme mandéni portant son bébé.*
(*Photos* A.-S. Balachowsky).

Fig. 11. — *A marée basse au Cap Sallatouk.*
La mer laisse à découvert les nombreuses racines adventives des Palétuviers.

village y participe et, après les chœurs repris en refrain par les garçons puis par les filles, les danses commencent à la lueur de grandes torches, au rythme endiablé des tambours indigènes et des balaphons d'acajou. Certaines sont évocatrices, voire érotiques, d'autres sont rituelles comme celles du sorcier « Yamama », génie de la brousse revêtu d'un costume de raphia avec franges et longue queue, masqué par une tête féline, mimant avec un art consommé l'attitude des animaux sauvages. D'autres danses encore pourraient être qualifiées de classiques et j'ai assisté à des quadrilles de jeunes filles qui m'ont paru pouvoir rivaliser avec les meilleurs ballets de nos scènes occidentales.

Les rites complexes qui accompagnent les mariages, les cérémonies secrètes de l'excision et de la circoncision sont suivies de grandes fêtes collectives auxquelles un Blanc, ni d'ailleurs aucun étranger au pays, n'est jamais admis.

Comme tous les Noirs musulmans les Mandéni sont polygames et les jeunes filles se marient généralement vierges moyennant une dot, payée par le futur mari, de 20 000 à 40 000 francs C.F.A., un trousseau, une case, des animaux domestiques, etc. Si le soir des noces le mari s'est aperçu qu'il a été trompé sur la virginité de son épouse, il la reconduit immédiatement au père qui administre à sa fille une correction exemplaire durant en général jusqu'au petit jour... Le lendemain la jeune épouse ayant « payé sa dette d'honneur » est reconduite au mari et la vie prend son cours normal.

Le but essentiel des femmes est d'avoir des enfants qu'elles élèvent avec soin et douceur (fig. 9 et 10). Elles sont très attachées à leur pays qu'elles ne quittent jamais. Si le mari abandonne le village pour travailler au loin, l'épouse peut se considérer comme « libérée », garder sa dot et se remarier.

Il est probable que ces mœurs casanières, qui contrastent avec celles des autres races noires de Guinée en continuel déplacement, est un vestige des habitudes ancestrales de cette population qui, traquée pendant des siècles, ne se sentait réellement en sécurité qu'au milieu de ses marécages et de ses palétuviers (fig. 11).

Aujourd'hui la mangrove a disparu sur d'énormes surfaces, le défrichement, la culture, l'aménagement des terres, les digues, le drainage ont assaini ce pays considéré encore au temps de Pierre Loti [1] comme le plus malsain d'Afrique. La paix française a apporté à la population une sécurité qu'elle n'avait jamais connue dans le passé.

Les Mandéni vivent aujourd'hui heureux dans un pays heureux, au milieu des rires, des chants et des danses.

A. S. Balachowsky,
Chef de service à l'Institut Pasteur.

1. Pierre Loti visita Benty et son vieux comptoir de traite sur le bord de la Mellakoré à la fin du siècle dernier ; le pays lui parut si malsain qu'il plaignit à l'avance les malheureux Européens qui seraient obligés d'y vivre un jour...

Le foin empoisonné contre les termites du Veld

Les services d'informations de l'Union Sud-Africaine décrivent une méthode originale de restauration du « Veld ».

Il y a trois ans, lorsque voulant faire repousser l'herbe sur le Veld dénudé, un expert du ministère de l'Agriculture y fit semer du foin empoisonné et haché menu, cette folie d'homme blanc faisait rire tous les Zoulous de la région. Aujourd'hui, des camions chargés de foin arrivent près de leurs kraals.

Il a été constaté en effet que cette étonnante technique fait repousser l'herbe là où il n'y avait auparavant que terre aride. Le foin empoisonné au fluosilicate de sodium est avidement stocké par une espèce de termite appelée « termite moissonneur » dont les ravages sont à l'origine de l'aridité du Veld. En l'espace de peu de temps, la terre débarrassée des termites empoisonnés se met à reverdir et les troupeaux peuvent y paître. Il suffit de 40 kg de foin empoisonné par acre pour arriver à ce résultat.

Selon M. Moran, l'initiateur de cette méthode, la stérilité du Zoulouland est due aux termites bien plus qu'aux méthodes irrationnelles des bergers noirs qui fatiguent le sol par le pâturage intensif de troupeaux trop nombreux. Il estime que les termites « récoltent » pendant les quatre mois d'hiver assez de fourrage pour pouvoir nourrir 14 000 têtes de gros bétail.

Les radio-isotopes dans la recherche biologique

L'INTRODUCTION des radio-isotopes comme « indicateurs » dans la recherche biologique a constitué une révolution comparable, a-t-on dit, à celle qu'apporta en son temps l'invention du microscope.

L'idée de l'indicateur, c'est-à-dire d'une substance déterminée rendue repérable au milieu des autres, les plus diverses comme les plus voisines, n'est pas absolument nouvelle. En 1856, Bertagnini, voulant rechercher si l'acide benzoïque se transforme en acide hippurique dans l'organisme animal, introduisit chez les animaux en expérience de l'acide nitro-benzoïque et retrouva dans leurs urines une quantité correspondante d'acide nitro-hippurique : la démonstration était élégante, mais cette méthode ne pouvait rester que très particulière, nécessitant l'introduction de substances par trop étrangères à l'organisme et risquant de perturber gravement les métabolismes les plus élémentaires. En 1931, Fiessinger eut l'idée d'utiliser des glucides isomères optiques (glucose et lévulose, par exemple) pour comparer la phyiologie des traversées de ces couples de glucides par simple polarimétrie des urines; mais l'organisme distingue l'isomérie et réalise une sélection.

Les isotopes apportaient des avantages indiscutables : London, dès 1904, avait vu l'intérêt des radio-isotopes pour l'étude des transits digestifs; Hevesy, en 1921, utilisait le radium D comme indicateur du plomb et le radium E comme indicateur du bismuth dans une étude du mouvement de ces deux éléments dans des végétaux. Mais c'est l'apparition des isotopes artificiels qui a permis à la méthode de se généraliser. Depuis lors, les techniques n'ont cessé de se développer et de s'affiner, si bien qu'actuellement les radio-isotopes fournissent un moyen d'investigation d'une sensibilité et d'une spécificité assurées, en même temps que d'une simplicité et d'une rapidité incomparables.

Bases théoriques. — L'emploi des radio-isotopes en biologie se fonde sur deux postulats. Le premier est que les divers isotopes d'un même élément, qu'ils soient stables ou radioactifs, ayant mêmes propriétés chimiques, sont indiscernables par la matière vivante et se comportent de la même façon dans un système biologique. En réalité cela n'est valable que lorsque la différence des masses est faible. Entre ^{31}P et $^{32}P^*$ (1), ou entre ^{127}I et $^{131}I^*$, les différences de masse sont de l'ordre de 1/30 et en l'occurrence négligeables. Par contre, lorsqu'il s'agit d'éléments légers les différences peuvent devenir sensibles : 1/6 pour ^{12}C et $^{14}C^*$, 3 pour ^{1}H et $^{3}H^*$; de telles différences, encore négligeables quand les atomes sont incorporés à de grosses molécules, peuvent être à considérer pour de petites molécules.

Le second postulat est que la radioactivité ne trouble en rien les phénomènes biologiques. Cela n'est vrai que jusqu'à une certaine limite de tolérance, impossible à déterminer d'une façon générale, car elle dépend de l'activité, de l'énergie et de la période du radio-isotope employé; on se garantit contre cette critique en travaillant toujours avec des activités très inférieures à la dose gênante ou présumée telle.

Deux causes d'erreur viennent limiter les possibilités d'application de la méthode :

Erreurs d'ordre physique : par isomérisme lorsque l'on utilise un atome dont il existe deux isomères, l'un présentant une forme excitée avec émission radiative retardée ou à activité, énergie ou période différentes; par échange, lorsqu'un atome radioactif est remplacé au cours d'une réaction chimique des plus banales par un atome non-radioactif du même élément ou d'un élément apparenté, cependant que l'atome ainsi libéré poursuit sa carrière pour son propre compte, laissant là la molécule qu'il marquait;

Erreurs d'ordre biologique : plus diverses, car non seulement l'état de l'organisme en expérience peut intervenir (par exemple la nature de la flore intestinale sur l'absorption digestive d'une substance, les conditions circulatoires sur la vitesse de diffusion, etc.), mais encore la durée de l'expérimentation qui doit être bien déterminée car d'une part l'équilibre isotopique, purement physique, ne s'établit pas instantanément, et d'autre part la période physiologique d'un radio-isotope peut être très différente de sa période physique en raison du jeu des éliminations, ce qui risque de restreindre considérablement ses possibilités expérimentales.

Préparation des substances marquées. — Le biologiste a rarement à effectuer lui-même, maintenant, la préparation de la substance radio-marquée, qui tend à devenir industrielle. Il faut tout de même savoir qu'il est trois grands modes de préparation : la synthèse *in vitro*, la synthèse *in vivo*, le « marquage ».

La synthèse *in vitro* n'est habituellement pas réalisable selon les procédés classiquement établis : chaque préparation pose un problème particulier dû à la brièveté ordinaire des périodes, au danger des manipulations, à la complexité des opérations menées dans le but d'un rendement en activité et non pas seulement en quantité.

La synthèse *in vivo* est réalisée par un organisme vivant qui assure le marquage d'une molécule au moyen du radio-isotope qu'on lui fournit. Aux U.S.A., existent de véritables « fermes » qui permettent la préparation d'éléments dont la synthèse ne peut être actuellement envisagée *in vitro* (hémoglobine, digitaline, etc.).

Le marquage peut dans certains cas se faire très simplement par réactions d'échange (diiodotyrosine, cholestérol, etc.).

On doit toujours, chaque fois que l'on a ainsi plus ou moins modifié une molécule, s'assurer que ses propriétés physiologiques ne sont pas changées, et vérifier que ses liaisons physiques sont suffisamment solides pour qu'il n'y ait pas à craindre une libération de l'atome radioactif qui ferait croire à des cheminements, transformations ou localisations erronés.

Choix des isotopes. — Plusieurs choix doivent précéder l'expérimentation proprement dite :

Le premier choix est celui du radio-isotope le mieux adapté à la recherche que l'on envisage. Ce choix n'est pas uniquement guidé par sa nature chimique, il arrive souvent qu'à un même élément correspondent plusieurs radio-isotopes différant par l'activité, l'énergie ou la période : ainsi, il existe entre autres un $^{128}I^*$ et un $^{131}I^*$, le premier n'émet aucun rayonnement γ, le second en émet un fort. L'énergie de rayonnement est à considérer : certains rayonnements étant « mous » (ceux du $^{35}S^*$, du $^{14}C^*$ ou du $^{3}H^*$ par exemple) nécessitent des dispositifs de mesure spéciaux et présentent des difficultés expérimentales particulières en raison d'une auto-absorption considérable. La période doit être judicieusement choisie en tenant compte du temps de préparation de la substance à marquer, du temps de transport parfois, du temps d'expérimentation surtout : les expériences biologiques ne sont guère réalisables que dans des conditions très strictes, et dans chaque cas il faut une longue

1. Un astérisque placé en haut et à droite du symbole d'un élément indique qu'il s'agit d'un isotope radioactif

étude préliminaire pour le seul choix du radio-isotope ou de la place qu'il doit occuper dans la molécule marquée.

Le second choix est celui des doses. Deux techniques sont possibles, par trace ou par dilution. Si, opérant par trace, on introduit par exemple du Na^* dans l'organisme en quantité quelconque mais minime, l'isotope va se comporter identiquement au Na normal stable; seule sa radioactivité permettra de l'en différencier et il sera ainsi possible de le distinguer au milieu de la multitude des Na stables; on pourra étudier son comportement dans les tissus et en envisager une étude dynamique; il sera possible aussi, étant donné la sensibilité extrême des moyens de détection et de mesure, de doser dans un milieu biologique, si complexe soit-il, des traces infimes de ce Na^*.

Si l'on opère par dilution, on ajoute au mélange à étudier une quantité bien connue d'un composé marqué, identique chimiquement au composé à doser. A la fin de l'expérience, on peut l'isoler par les méthodes habituelles à la chimie, en opérant sur des quantités suffisamment importantes pour permettre une extraction facile. On détermine ensuite la radioactivité de l'échantillon; un dosage chimique et un dosage radioactif permettent de chiffrer l'activité spécifique, par unité de poids, qui dépend des proportions respectives de molécules marquées et non marquées, c'est-à-dire du rapport : quantité de composé ajouté/quantité initialement présente. Connaissant l'activité spécifique finale et la quantité ajoutée initiale, il est facile de connaître la quantité présente au départ : l'extraction n'a pas besoin d'être totale, il suffit qu'elle soit parfaite, sans impuretés.

Le troisième choix est celui de la voie d'introduction (voie perorale, perrectale, parentérale, respiratoire, tégumentaire) : tout dépend du but de l'expérimentation. Il faut dans tous les cas s'assurer que toute la quantité et toute l'activité ont été effectivement introduites dans l'organisme.

Le quatrième choix est celui de la forme d'administration (solution, émulsion, aérosol, etc.) et du véhicule (eau, huile, mouillant, etc.) en fonction du but recherché.

Il ne saurait y avoir de méthode standardisée dans ce genre d'expérimenttaion, étant donné la diversité d'activité, d'énergie, de période des radio-isotopes dont la qualité et la quantité interviennent par ailleurs biologiquement. Chaque problème est particulier et doit être résolu pour son propre compte.

*
* *

Après ces considérations d'ordre plutôt théorique, on va tenter de dégager les acquisitions les plus originales que permettent les radio-isotopes dans les études de fonctionnement et dans les études de localisation, les premières fondées sur des techniques surtout micro-analytiques, les secondes sur des techniques surtout micro-anatomiques. On a pu étudier l'origine, la formation et la destinée de nombreuses substances dans des conditions physiologiques ou pathologiques : leur nature, leur grandeur, leur répartition ont pu être ainsi précisées dans le détail.

Études de métabolismes. — Ce sont surtout les études métaboliques qui ont eu à profiter de cette nouvelle expérimentation. Jusqu'alors, ces études ne pouvaient recourir qu'à des moyens indirects et parfois grossiers : bilans nutritifs (ingesta et excreta), altérations d'organes, de systèmes ou de tissus (par traumatismes ou intoxications plus ou moins électifs). Les radio-isotopes, outre qu'ils autorisent à étudier un organisme sans modifier en rien ses conditions physiologiques ou pathologiques, ont permis de reconstituer les « routes métaboliques » d'une infinité de substances et d'en établir, chemin faisant, une étude cinétique et dynamique et non plus seulement statique, soit que l'on suive une molécule uni-marquée qui reste intacte durant tout son trajet dans l'organisme (cas d'un anabolisme), soit que l'on suive une molécule pluri-marquée qui se scinde à un moment donné et dont on peut suivre ensuite individuellement les produits de dégradation (cas d'un catabolisme). On utilise des radio-isotopes de grande activité spécifique car cela permet de les introduire dans les organismes à des doses vraiment physiologiques et non pharmacologiques ou toxicologiques, tout en pouvant les déceler encore à l'état de traces infimes.

On ne doit pas, dans l'intention de retrouver plus sûrement dans les échantillons une activité mieux mesurable, mettre en jeu des quantités ou des activités initialement trop grandes : on croirait ainsi accroître la finesse de la méthode alors que l'on risquerait plutôt de perturber les processus biologiques, et en particulier enzymatiques. Il ne faut pas non plus qu'il se produise des échanges spontanés d'atomes entre les groupes moléculaires; pour écarter une telle éventualité, on doit contrôler préalablement *in vitro* les schémas des réactions biochimiques présumées. Il faut s'entourer de toutes garanties avant d'affirmer qu'il s'agit d'un terme direct du métabolisme étudié et non d'une impureté provenant de la substance elle-même ou de l'un de ses métabolites indirects, car la substance marquée a pu être dégradée ou transformée avant d'atteindre la région où doit normalement se produire la réaction envisagée : la réaction paraîtrait ainsi ne pas avoir eu lieu; elle paraîtrait au contraire s'être produite, si un catabolite était immédiatement repris dans un nouvel anabolisme. Aussi apparaît-il quelquefois souhaitable, pour mieux serrer les problèmes, d'expérimenter à des échelons inférieurs à l'animal entier (organe, tissu, cellule).

Mais des résultats d'une grande portée générale ont déjà été acquis, introduisant le concept entièrement nouveau de « renouvellement » de la matière vivante.

Classiquement, on considérait que dans un organisme vivant les réactions cataboliques se poursuivaient selon un rythme très lent jusqu'à la mort; les composés constitutifs de la matière vivante apparaissaient ainsi d'une stabilité quasi-définitive; étant donné que le poids d'un constituant est assez constant, il semblait bien en effet ne se passer que fort peu de phénomènes métaboliques à son niveau : les ingesta paraissaient destinés à apporter principalement l'énergie nécessaire à l'entretien des phénomènes vitaux et très accessoirement les matériaux indispensables à la reconstitution des cellules détruites; les excreta étaient considérés comme un rejet pur et simple de nourriture inutilisable ou inutilisée.

Dès l'emploi des indicateurs « lourds », le schéma classique a dû être reconsidéré. Par exemple, en nourrissant des souris avec des lipides marqués à l'hydrogène, on ne retrouve qu'une minime partie de cet hydrogène dans les excreta; la plus grande partie se trouve donc fixée dans l'organisme. Ensuite, même si l'on restreint les lipides ingérés à moins de 1 pour 100 des aliments totaux, même si l'on restreint le régime alimentaire total au point que l'animal subisse un amaigrissement considérable, le phénomène persiste : l'hydrogène ne disparaît des dépôts lipidiques de l'animal que selon un rythme régulier; autrement dit la proportion qui disparaît par unité de temps reste constante, et l'allure de cette courbe de disparition montre bien qu'il n'y a pas remplacement de molécules anciennes par des molécules récemment synthétisées (et cela molécule à molécule) mais une destruction régulière d'une proportion définie des molécules existantes, l'organisme ne faisant aucune distinction entre les plus anciennes et les plus récentes. La contre-expérience en est une nouvelle preuve : en nourrissant l'animal avec un régime de taux constant en H, cet H apparaît dans les excreta à une vitesse constante et égale à celle de disparition de l'expérience précédente. Donc, dans un organisme, tous les corps sont engagés dans une suite rapide de réactions de destruction et de construction, la notion de « dépôt » ou de « réserve » ne peut plus avoir qu'une valeur statistique : le nombre de molécules dis-

parues et le nombre de molécules apparues dans un temps donné y sont égaux et constants, cela sans préjuger en rien de la vitesse de ces processus cataboliques-anaboliques. La diminution ou l'augmentation de poids résulteraient donc d'un ralentissement ou d'une accélération métabolique.

On en arrive ainsi à la notion d'une vitesse de renouvellement, autrement dit à une notion cinétique des réactions métaboliques, invérifiable avant l'utilisation des isotopes.

Il y a deux possibilités, se contrôlant l'une l'autre, pour réaliser pratiquement cette étude : ou bien l'on administre un précurseur radio-marqué et l'on calcule la vitesse de formation de ses composés, ou bien l'on administre le composé radio-marqué et l'on calcule sa vitesse de disparition. Si la quantité totale de substance est constante, les deux vitesses sont égales et les deux méthodes équivalentes.

Par exemple, si l'on veut connaître la quantité d'hormone thyroïdienne déversée dans la circulation sanguine par la glande thyroïde, on peut administrer de l'iode minéral radioactif (sous forme d'iodure) et suivre l'apparition de l'iode organique radioactif dans le sang; ou inversement, injecter de l'hormone thyroïdienne radio-marquée et suivre la vitesse de sa disparition du sang.

Mais si l'on mesure la *vitesse de formation*, comme il n'y a pas de durée de vie réelle d'une substance, il n'y a pas vieillissement d'une molécule aboutissant à sa destruction; il y a seulement le fait qu'une proportion définie des molécules existantes est à chaque instant retirée de la circulation, et qu'il existe une probabilité statistique pour qu'une molécule donnée subsiste pendant un certain temps avant d'être détruite : il est donc possible qu'une molécule à peine synthétisée soit détruite et que ses fragments soient utilisés dans une nouvelle synthèse.

Si l'on mesure la *vitesse de destruction*, il existe une cause d'erreur analogue : le fragment catabolisé de la molécule radio-marquée introduite peut se mêler au cycle métabolique et être ré-utilisée dans une nouvelle synthèse; une molécule a bien été détruite mais l'atome marqué reste présent.

Cette mesure de la vitesse de renouvellement se heurte à plusieurs difficultés pratiques :

1° La vitesse de pénétration de l'indicateur dans les cellules peut être petite, comparée à la vitesse de formation du composé une fois l'indicateur en place : ce que l'on mesure c'est la somme de ces deux phénomènes;

2° S'il s'agit d'une grosse molécule complexe, il se peut que ses différents morceaux se renouvellent selon des rythmes différents : en toute rigueur, ce que l'on mesure c'est le taux de renouvellement de la partie de la molécule qui est marquée;

3° Il peut exister des précurseurs encore inconnus du composé étudié; si leur formation est lente, le composé qui leur fait suite paraîtra s'être formé d'autant plus lentement;

4° L'organe dans lequel s'emmagasinent les susdits composés peut n'être pas celui où ils se forment.

Il n'en reste pas moins que l'on a pu déjà apporter des précisions considérables sur la vitesse de renouvellement des lipides (des phosphatides en particulier), des glucides (du glycogène en particulier), des protides (des acides aminés en particulier), des acides nucléiques, des composés soufrés, etc.

Études de localisations. — Une autre méthode, dite « histo-autoradiographique », permet de préciser la distribution et la localisation précises des substances dans l'organisme vivant, en réalisant l'image photographique d'un tissu par les radiations mêmes qui émanent de ses constituants radio-marqués. C'est la méthode de choix lorsqu'il importe davantage de connaître la localisation d'une substance que la forme chimique sous laquelle elle se trouve, ou quand cette forme est connaissable par ailleurs.

La première et la plus célèbre autoradiographie, non histologique, a été réalisée par Becquerel en 1896 et l'a conduit à la découverte de la radioactivité. En 1906, Bouchard, Balthazard et Lazarus essayèrent de repérer photographiquement l'actinium dans le squelette et le foie d'un rat injecté. En 1924, Lacassagne et Lattès repérèrent le polonium dans les différentes régions du rein d'un lapin injecté. C'est vers 1940 qu'on s'est attaché à perfectionner cette méthode (Leblond et Bélanger), mettant à profit les possibilités nouvelles qu'offraient les radio-isotopes artificiels.

Mais le problème n'est pas simple car à des difficultés d'ordre histologique s'ajoutent des difficultés d'ordre photographique.

Histologiquement, deux préoccupations dominent : la *période* du radio-isotope employé, période déjà très entamée le plus souvent par le temps expérimental proprement dit, et qui doit être ménagée autant que possible dans la suite des opérations histologiques pour qu'on ait encore une radioactivité suffisante au moment où l'on arrivera au temps photographique; la *forme* du radio-isotope qui, s'il n'est pas intégralement complexé, avec des protéines par exemple, ou tout simplement précipité, risque d'être encore à l'état dissous ou du moins soluble, donc éminemment diffusible au cours des diverses opérations histologiques; auquel cas deux risques aussi graves se présenteraient : ou bien une diffusion hors du tissu, ou bien une diffusion dans le tissu, faisant perdre l'une comme l'autre toute certitude topographique.

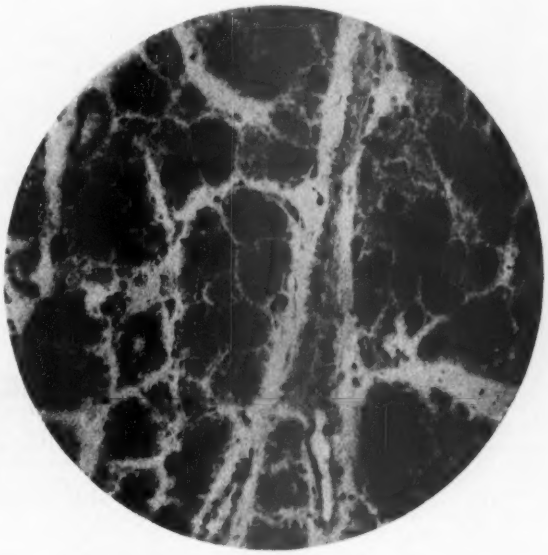

Fig. 1. — ***Histo-autoradiographie de thyroïde de rat ayant reçu $I^{*}Na$.***
On constate la localisation de l'iode radioactif dans les vésicules thyroïdiennes. Grossissement : × 110.

Diverses adaptations des procédés classiques ont été proposées pour obvier à ces inconvénients : accélération des opérations, fixation insolubilisante et coagulante, etc. Une seule méthode est indiscutable, c'est le « freezing-drying » dans laquelle fixation, déshydratation et inclusion des pièces anatomiques se font en une seule opération et de courte durée. Les coupes une fois faites sont collées sur des lames de verre et prêtes pour l'autoradiographie.

Photographiquement, les difficultés sont grandes aussi : en admettant que les sources soient infiniment minces, l'action des

radiations sur l'émulsion sensible dépend du nombre d'ionisations survenues sur la trajectoire des particules émises dans l'émulsion. Plus la densité d'ionisation est grande plus l'énergie absorbée est grande et plus le noircissement le long de la trajectoire est intense. Ainsi, du fait de leurs différentes énergies moyennes, les différentes particules donneront des aspects différents (les radio-isotopes artificiels sont surtout émetteurs de particules β).

Deux types de procédés sont applicables. Le « noircissement global » offre l'avantage qu'en prolongeant le temps de pose, l'accumulation d'effets noircissants permet la détection de quantités infimes, mais les images manquent alors de finesse. La « trace individuelle » de chaque particule permet au contraire de localiser les sources émettrices en observant, après son développement, la préparation au microscope. On peut, grâce à la finesse des images, suivre dans l'épaisseur de la couche photographique, la trace de chaque particule, qui se présente comme une série de points d'ionisation. On aboutit ainsi à une localisation précise de la source dans le tissu, voire dans une cellule.

Plusieurs techniques ont été utilisées : tantôt on applique la coupe sur une émulsion, tantôt on badigeonne la coupe avec l'émulsion, tantôt on colle un film sur la coupe. Après exposition, développement et fixage, la coloration de la coupe, à travers l'émulsion photographique, donne une image présentant sur le fond histologique les localisations radioactives en surimpression. Il est possible d'envisager l'utilisation quantitative de cette méthode, jusqu'à présent purement qualitative, par l'évaluation des densités optiques obtenues ou la numération des grains ou des trajectoires par unité de surface.

* * *

Telles sont dès maintenant les possibilités qu'offre l'emploi des radio-isotopes dans la recherche biologique. Dans la plupart des cas, ils apportent des résultats d'autant plus solides qu'ils succèdent à des méthodes ayant déjà donné toute leur mesure et sur lesquelles ils viennent se greffer, leur apportant ainsi un renouveau d'une immense portée.

P. F. Ceccaldi,
Laboratoire de Biologie
de la Faculté de Médecine de Paris.

Vers un pipe-line européen géant : le projet de conduite de gaz Kirkouk-Paris-Londres

La Nature a signalé à diverses reprises les surprenants pipe-lines construits dans l'Orient Moyen, entre les gisements de pétrole brut de l'Irak et du Golfe Persique et les ports méditerranéens du Levant, pour réduire les transports maritimes en ne chargeant les navires-citernes, « les tankers », que sur les côtes de Syrie ou de Palestine, à destination des usines de raffinage de l'ouest européen, ou même en ne leur confiant que des produits distillés, fractionnés, déjà rectifiés avant l'embarquement. Tout récemment, les nouveaux champs pétrolifères de l'Alberta, au Canada, ont été reliés aux Grands Lacs américains par un autre pipe-line qui va d'Edmondton au Lac Supérieur, où l'huile brute est embarquée à destination des raffineries d'aval, et en sens inverse, on construit actuellement un autre pipe-line vers le Pacifique, d'Edmondton à Vancouver.

Auprès de ces géants, nos pipe-lines nationaux font bien petite figure, de la raffinerie de Port-Gérôme, près du Havre, à la région parisienne, ou de celle de Donges à Saint-Nazaire et à Nantes, en attendant le prochain de la raffinerie de Berre au port de Marseille.

Mais voici un projet de plus grande envergure que révèle *Petroleum Press Service*. Une entreprise américaine, la Bechtel International Corporation, qui a déjà à son actif le « Tap-line » de Kirkouk à Banias, qui vient d'entreprendre le « Trans-Mountain » au Canada, et qui connaît par conséquent les techniques de construction des canalisations de très gros diamètres et de très grandes longueurs, vient de faire l'étude d'un projet de conduite destiné à transporter, non les huiles liquides, mais les gaz naturels qui se dégagent en abondance des puits de l'Irak et qui sont actuellement perdus, n'étant pas captés faute d'utilisations locales possibles. Ce problème est d'ailleurs bien connu et résolu aux États-Unis où tout un réseau de conduites couvre les États et répartit les gaz naturels des régions de production aux centres de consommation.

Le projet de la « Bechtel » est de recueillir les gaz des puits pétroliers de l'Irak, de les rassembler à Kirkouk et de les envoyer en Europe occidentale où cette source supplémentaire d'énergie trouverait abondamment preneurs. La conduite partie de Kirkouk viendrait par le sud de la Turquie atteindre le Bosphore qu'elle traverserait sur le fond sous-marin pour pénétrer en Europe. Plusieurs tracés seraient alors envisagés à travers la Grèce, l'Italie ou la Yougoslavie, l'Autriche ou la Suisse, le sud-ouest de l'Allemagne ou le nord de la France. Des branchements pourraient être réalisés vers la Bulgarie, la Hongrie, la Tchécoslovaquie, la Belgique, les Pays-Bas, et même jusqu'aux régions industrielles de Grande-Bretagne après passage de la Manche.

En prévoyant pour commencer un pipe-line direct de Kirkouk à la région parisienne, sans aucun embranchement, cela conduit à envisager la fabrication et la pose de quelque 4 000 km de conduites dont 3 000 environ de 90 cm de diamètre, le dernier tronçon de 1 000 km pouvant être d'un diamètre réduit à 60 ou 65 cm. Les gaz y seraient propulsés par l'action d'une quinzaine de stations de pompage et de compression échelonnées sur le trajet. Une telle conduite pourrait distribuer environ quatorze millions de mètres cubes de gaz par jour et leur combustion fournirait une quantité de chaleur équivalente au bout d'un an à celle procurée par cinq millions de tonnes de fuel oil ou près de sept millions de tonnes de charbon. Ce serait donc un intéressant appoint, une économie ou un renfort dans toutes les régions industrielles de l'Europe occidentale.

Mais un tel projet soulève bien des problèmes dont les plus difficiles ne sont pas d'ordre technique : le choix du tracé géographique, la traversée des territoires de divers états, les participations aux dépenses d'installation, les modalités d'exploitation nécessitent des séries d'accords internationaux qui doivent forcément précéder l'ouverture des chantiers par les ingénieurs. C'est à ce stade diplomatique et politique qu'on arrive aujourd'hui.

A. B.

L'exploitation des ressources hydroélectriques en Suède

Les plus importantes ressources hydroélectriques dont dispose la Suède sont situées au nord du pays, aux environs du cercle polaire, à 900 km de la région industrielle qui s'étend au sud. La nécessité de transporter du nord au sud sur cette distance de grandes puissances électriques a conduit les ingénieurs suédois à porter la tension du réseau actuel de 220 000 V à 380 000. Une ligne principale de 950 km descendant du nord au sud vient d'être mise en service et se relie au réseau sud de distribution. Une seconde ligne doublera la première et sera mise en service en 1956.

Le roi de Suède a inauguré récemment la nouvelle centrale hydroélectrique de Harspranget, située à 35 km au delà du cercle polaire. Creusée dans le roc, elle est protégée contre les bombardements aériens par une épaisseur de granit de 75 m. L'usine est équipée pour 350 000 kW et livrera annuellement environ deux milliards de kWh correspondant au dixième de la consommation totale du pays. Elle sera reliée au réseau à 380 000 V en cours de réalisation.

Les transistors

cristaux redresseurs et amplificateurs

A L'ÉPOQUE héroïque de la T.S.F. le cristal de galène constituait la diode de détection bien connue des amateurs sans-filistes. Elle céda vite la place aux diodes à filament chaud. Ce n'est qu'avec l'avènement des super-hautes fréquences que les lampes thermoioniques s'inclinèrent à leur tour devant les redresseurs cristallins. D'autres cristaux furent employés, et parmi eux les cristaux de silicium et de germanium, avec des « chercheurs » en fil de tungstène, rendirent de grands services pendant la guerre 1940-1945.

La courbe du courant qui traverse un cristal de silicium soumis à un certain voltage est donnée par la figure 1. On voit

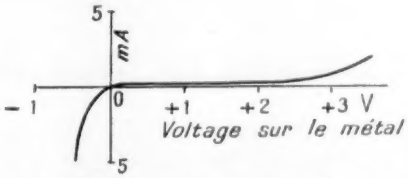

Fig. 1. — ***Intensité traversant un cristal de silicium en fonction du voltage appliqué.***

que le courant est nul si la tension appliquée sur le fil de tungstène est positive, jusqu'à 2 V, tandis que des dizaines de milliampères traversent le cristal si la tension appliquée sur le fil est tant soit peu négative. Avec les cristaux de germanium on observe le phénomène inverse : le courant passe plus facilement si le chercheur métallique est porté à une tension positive par rapport au germanium.

C'est en 1948 que les ingénieurs de la Bell Telephone Co à New-York découvrirent une autre propriété du germanium. Ils observèrent que le courant qui traversait le cristal, pour un voltage donné appliqué au chercheur métallique, variait si un autre chercheur métallique contigu au premier était porté à un potentiel variable. Le cristal avec ses deux chercheurs métalliques constituait une véritable lampe à trois électrodes. La figure 2 montre une famille de courbes du courant qui traverse le cristal à l'un des chercheurs (le collecteur) pour quatre voltages, différents d'un demi-volt, appliqués sur l'autre chercheur (l'émetteur).

La figure 3 montre le schéma d'utilisation d'un cristal de germanium G taillé en forme de cône et sur lequel on appli-

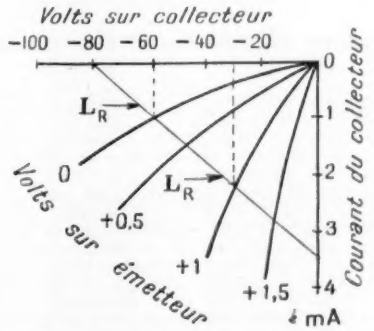

Fig. 2. — ***Famille de courbes représentant le courant traversant le cristal au « collecteur » en fonction du voltage sur ce collecteur.***
Courbes pour 0 ; 0,5 ; 1 et 1,5 V sur l'émetteur.

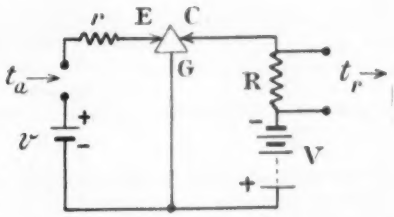

Fig. 3. — ***Schéma d'utilisation d'un cristal de germanium, G.***
En t_a, la tension appliquée ; en t_r, la tension résultante.

que les pointes du collecteur C et de l'émetteur E. Pour une tension V donnée, la tension résultante t_r aux bornes de la résistance R est fonction de la tension appliquée en t_a. Revenant à la figure 2, nous voyons sur la droite dite de charge, L_R, caractéristique de la résistance R, que pour une variation de 1 V sur l'émetteur E on observe une chute de potentiel de 30 V aux bornes de R. Le gain en volts est donc 30 fois celui appliqué en t_a.

Influence des impuretés du cristal. — Pour comprendre le fonctionnement des cristaux semi-conducteurs, redresseurs et amplificateurs, communément appelés transistrons ou transistors, remarquons que le silicium et le germanium sont, comme le carbone (le diamant) tétravalents, c'est-à-dire que chaque atome de ces trois éléments chimiques a quatre électrons sur la couche extérieure. C'est la couche électronique L chez le carbone, la couche M chez le silicium et la couche N chez le germanium. Ces quatre électrons périphériques forment des liaisons covalentes, ou en paires, avec les électrons de quatre atomes voisins. Cette structure tétraédrique est, comme on le sait, caractéristique du diamant. Un tel cristal à liaisons covalentes devrait être un excellent isolateur. On peut toutefois provoquer une certaine conductivité en brisant des liaisons (par bombardement avec des particules atomiques), en augmentant l'agitation thermique (par élévation de la température) ou en incorporant des impuretés chimiques, tri ou pentavalentes par exemple. C'est cette dernière technique qui est utilisée pour faire des semi-conducteurs au germanium. L'impureté ou les impuretés peuvent être introduites dans la phase de croissance du cristal ou bien par irradiation du cristal avec des neutrons. Ce dernier procédé permet d'atteindre des variations du pourcentage des impuretés à l'échelle nucléaire, c'est-à-dire avec plus de facilité et de précision accessibles avec la micro-chimie et l'ultra-micro-spectroscopie (raies ultimes). C'est d'ailleurs la seule technique qui puisse modifier d'une façon permanente les caractéristiques physiques des cristaux que l'on ne peut encore fabriquer au laboratoire. Tous les cristaux purs, naturels ou artificiels, contiennent suffisamment d'impuretés à « l'échelle nucléaire » pour être sensibles à l'action des neutrons. Développée dans un brevet relatif aux diamants cette technique, exposée par l'auteur en mai 1948, a été confirmée en Grande-Bretagne et aux U.S.A. par l'emploi de flux intenses de neutrons donnés par les piles atomiques.

Semi-conducteurs du type n (négatifs) ou donneurs. — Introduisons dans un cristal de germanium quelques atomes de phosphore pentavalent (cinq électrons sur la couche extérieure M). On admet que quatre des électrons périphériques du phosphore formeront des liaisons en paires avec quatre atomes adjacents de germanium, tandis que le cinquième électron

gravitera librement autour de l'atome de phosphore et sera très mobile sous l'influence d'un champ électrique. Un certain courant pourra donc être transporté par ces électrons en surnombre, d'où une charge négative et le type *n* de semi-conducteur.

Cette théorie semble à première vue très satisfaisante, mais l'expérience apporte souvent de l'imprévu. Ainsi l'arsenic qui est pentavalent comme le phosphore est loin d'obéir au même processus. Il « empoisonne » le cristal de germanium. Rien ne doit étonner en ce domaine où le physicien n'en est qu'aux balbutiements.

Semi-conducteurs du type p (trous positifs) ou accepteurs. — Prenons maintenant une impureté trivalente, comme le bore ou l'aluminium, pour remplacer des atomes de silicium, de germanium ou de carbone. Les trois électrons périphériques des impuretés seront liés à trois atomes de transistors et il restera un atome, de germanium par exemple, dont le quatrième électron de valence n'aura pas de liaison. Cet électron se trouvera devant un « trou » qui se comportera comme une charge positive et vers lequel se précipitera le premier électron voisin. Ce transfert créera un autre « trou positif » et ainsi de suite jusqu'à ce qu'un électron extérieur au cristal vienne combler le trou final. Il n'y a donc pas de barrière de potentiel identique pour tous les semi-conducteurs. Elle est de signe négatif pour les cristaux du type *n* et de signe positif pour ceux du type *p*.

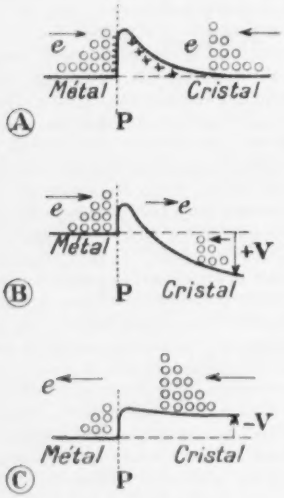

Fig. 4. — *Schématisation du courant dans un cristal de type n (barrière de potentiel négative) en fonction de la polarité de la tension appliquée à l'électrode.*

La bosse représente la barrière de potentiel. *En A*, aucun voltage n'est appliqué entre le métal et le cristal (point de contact, P) ; les flots d'électrons (*e*) sont égaux dans les deux sens. *En B*, le cristal est rendu positif par rapport au métal, ce qui a pour effet de diminuer son courant d'électrons : on a un flot d'électrons vers le cristal. *En C*, le cristal est rendu négatif, le phénomène est inversé : flot d'électrons du cristal vers le métal.

Considérons un cristal type *n*. Si l'énergie des électrons en excès est supérieure à celle des électrons dans le métal on observera un courant d'électrons du semi-conducteur au métal (cas C de la fig. 4). Dans le type *p* les électrons vont du métal vers le semi-conducteur et y créent une charge négative sur la surface. Cette charge induit une charge égale et positive sur la surface du métal (cas B de la fig. 4).

Avenir des transistors. — En dehors de leurs propriétés de détection et d'amplification, les transistors peuvent parfaitement convenir à des circuits oscillants (fig. 5), push-pull, flip-flop, mélangeurs, etc. Ils ont pourtant, actuellement, certains défauts : puissance de sortie limitée, bande de fréquences limitée à un maximum de 10 Mc/s et bruit de fond aux basses fréquences plus important que celui des triodes thermoioniques. Mais leur robustesse, l'absence de cathode chaude qui permet,

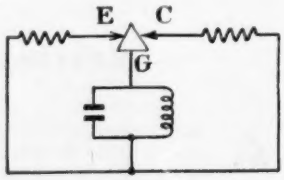

Fig. 5. — *Circuit oscillant utilisant une triode au germanium, G.*

entre autres avantages, la mise en service pratiquement instantanée des circuits les plus complexes, notamment dans les machines à calculer, font des transistors des instruments sur lesquels se penchent des centaines de techniciens. Des millions de dollars sont consacrés aux U.S.A. à l'étude de ces semi-conducteurs et le temps est proche où l'on verra des récepteurs de T.S.F. et de télévision miniatures équipés de transistors.

M. E. Nahmias.

L'utilisation des transistors

On sait que les transistors se présentent sous forme de tubes de taille très réduite, du diamètre d'un crayon et de moins de 2 centimètres de longueur. Ils peuvent être substitués pour nombre d'usages aux lampes de radio usuelles plus encombrantes.

Il a été présenté à l'exposition de Princeton, au cours de la dernière semaine de novembre, une série de dispositifs électroniques utilisant des transistors; notamment un appareil de télévision portatif dont le montage ne comporte, à l'exception d'un tube cathodique de 13 centimètres sur lequel se forme l'image, aucune lampe de radio du type ordinaire. Il est équipé de 37 transistors et sa consommation en énergie électrique n'est que de 14 W, soit le dixième d'un seul récepteur à lampes ordinaire. Il a également été présenté un appareil portatif de radio utilisant neuf types inédits de transistors au lieu de lampes. Il peut fonctionner cent heures en n'utilisant que cinq petites piles dont chacune est de la taille d'un pion de jeu de dames.

Enfin des transistors sont également utilisés dans un « piano électrique » à 8 notes relié à un poste de radio ordinaire et dans un « ukulele » électrique dont l'équipement et le haut-parleur sont de dimensions assez réduites pour tenir dans la caisse même de l'instrument.

L. P.

Mesure électronique des pressions

Les applications de l'électronique se manifestent dans des domaines de plus en plus nombreux. C'est ainsi que l'on a conçu un appareil à très faible inertie pour la mesure des pressions élevées de systèmes hydrauliques, appareil dont le principe s'apparente à celui des jauges de contraintes.

L'organe essentiel de cet appareil est un pont de Wheatstone dont deux des bras sont enroulés directement au contact d'un élément cylindrique dont une moitié est pleine et l'autre creuse et soumise à la pression à mesurer. Le bras enroulé sur la partie pleine n'est pas affecté par la pression, mais les deux bras sont, par contre, affectés de la même façon par les variations de la température ambiante qui influent sur la résistance du fil et les dimensions du cylindre. Toute variation de pression se traduit par une variation de déformation de la partie tubulaire qui engendre à son tour une variation de la résistance du bras du pont ; cette dernière est amplifiée et transmise à un oscillographe pour être observée directement.

L'INSTINCT

et les formes innées des conduites animales

2. Les conduites instinctives complexes [1]

Les réflexes sont des actions locales, ne méritant pas à proprement parler le nom d'instinct; les tropismes n'ont finalement qu'une existence abstraite. Que penser des conduites généralement décrites comme instincts typiques, en tant que flux de comportement étroitement prédéterminés dans leurs phases et totalement innés.

C'est chez les insectes que l'on trouve les modes de comportement les plus stéréotypés. On décrit volontiers l'instinct social chez les abeilles, ou chez les fourmis, leur instinct d'orientation, sans voir toujours assez bien tout ce que ces prétendus instincts doivent à l'apprentissage. Toutefois, la fameuse manœuvre des Hyménoptères prédateurs semble bien être un cas idéal d'activité non acquise.

Voici une ammophile, étudiée par Rabaud, dont l'activité de ponte présente un ensemble de mouvements, très précis en apparence, qui semblent logiquement enchaînés jusqu'au résultat final : d'abord l'ammophile entre en chasse, allant et venant d'une marche saccadée, et lorsqu'elle rencontre un vers gris, la proie précise qu'elle recherche, elle saute sur son dos, le saisit avec ses pattes et enfonce son dard dans le tégument de la face ventrale à plusieurs reprises; au moment où la victime, paralysée, devient inerte, l'insecte se livre à une sorte de « danse », puis s'empare du ver et l'entraîne à plusieurs mètres de là; ensuite, il dépose son fardeau, s'éloigne, circule, attaque le sol et creuse un terrier; enfin il reprend sa proie et après l'avoir introduite dans le terrier, fixe un œuf sur son flanc, sort, refoule de la terre sur l'orifice et le ferme. Cette manœuvre se répète plusieurs fois et elle est toujours semblable à elle-même.

Le cas des saumons est typique : ils naissent en eau douce, puis, dès l'âge de deux ans, descendent la rivière et entrent dans la mer; ils y demeurent quelques années, puis ils reviennent en eau douce et remontent le cours de l'eau; lorsqu'ils atteignent les lieux adéquats, ils frayent puis se laissent emporter au fil de l'eau, épuisés.

Le cycle reproductif de chaque espèce d'oiseaux voit une succession d'actes, se suivant dans un ordre déterminé : les amours, la construction du nid, la couvée et le soin des petits; ce qui différencie les espèces est essentiellement la longueur variable du cycle, et certains détails comme la différence de pariade, le mode de fabrication du nid, l'organisation du travail dans la couvée et les soins.

Chez les mammifères, on a étudié de près le comportement sexuel et le comportement maternel chez le rat, le chimpanzé (Stone, Bingham); le comportement du chat à l'égard des souris (Kuo). L'accouplement est certainement une forme de comportement héritée et l'on a mis en évidence des structures stéréotypées et immédiates chez de jeunes rats aussi bien que chez de jeunes chimpanzés; la femelle Rat, lorsqu'elle donne naissance à des petits, montre une suite préformée de conduites : elle lèche les nouveau-nés, coupe le cordon ombilical, mange le placenta, construit un nid à l'aide de débris de toute sorte, place les petits un à un dans ce nid puis se tapit sur eux; enfin tout le monde connaît la conduite de chasse du chat, son comportement typique de jeu et de meurtre lorsqu'il a capturé une souris.

1. Voir la première partie de cet exposé dans *La Nature*, n° 3214, février 1953, p. 51.

Rôle des pulsions physiologiques internes. — Pour analyser des cas de ce genre, il est nécessaire de revenir au schéma de la conduite précédemment donné. D'abord, toute conduite intègre une situation et mobilise pour ce faire une certaine quantité d'énergie : elle a donc un caractère *dynamique*; ensuite il faut se référer au principe de l'*homéostasie* (selon lequel, rappelons-le, lorsque la balance physiologique de l'organisme est troublée, des activités sont éveillées jusqu'à ce qu'elle soit rétablie) et chercher s'il n'y a pas des conditions physiologiques internes responsables de ce type de comportement. Les réflexes, en toute rigueur, ne sont pas « motivés », et se définissent comme une restauration automatique de l'équilibre organique, sans qu'intervienne un actif effort de l'organisme. Au contraire, cet effort est évident dans les comportements comme la construction d'un nid, le soin des petits, etc. Il répond à une *fonction de persévérance* déterminée, on doit s'y attendre, par un état intérieur de l'organisme qui précède les stimulations extérieures auxquelles il le *sensibilise*, et qui *mobilise* des réponses dont tout le problème est de savoir si le caractère est toujours aussi stéréotypé et rituel qu'on le pense.

Les conditions internes, ou physiologiques, des instincts (états physiologiques *initiateurs*, selon l'expression de Tolman) sont d'ordre divers, mais toutes se ramènent à des modifications de l'équilibre intérieur de l'organisme. Il se produit alors une mobilisation d'énergie, en même temps que l'animal est poussé à agir dans le sens d'une réduction des tensions intra-organiques. Le flux de comportement observé s'étend alors depuis l'état initiateur jusqu'au repos physiologique final. Ces facteurs représentent des forces organiques innées, se caractérisant par une grandeur et une direction revêtant une certaine intensité et menant à poser une action déterminée : ce sont donc des éléments prenant la forme de quantités vectorielles, et l'on reconnaît là la notion de *tendance*, ou de *drive*, selon la terminologie américaine.

Modification interne, motivation, drive sont donc des termes liés. Après ablation des glandes surrénales, il se produit un trouble dans le métabolisme du sodium et un accroissement du besoin de sel : des rats étudiés par Richter, après une telle ablation, sont sensibilisés au stimulus « sel » et leur comportement apparaît comme une véritable « recherche du sel ». Toutes les faims (de sel, de sucre, de vitamines, d'acides aminés) sont des drives innés, provoquant une activité exploratrice et, lorsque l'objet-but est trouvé, des réponses consommatrices. Le comportement sexuel est lié à des modifications hormonales définies, ainsi que le comportement maternel. Citons encore le facteur température : lorsque la température de la cage où il se trouve baisse en deçà d'un certain niveau, le rat construit un nid avec les matériaux qu'il peut trouver.

En utilisant des méthodes diverses (roues d'activité, résistance à l'obstruction, préférence) on a pu mesurer la force absolue ou relative des diverses pulsions. Ainsi, la faim l'emporte toujours sur les tendances sexuelles.

Reprenons à présent les cas cités précédemment à titre d'exemples. La manœuvre des Hyménoptères est liée sans nul doute à des motivations physiologiques internes : la mise en chasse périodique correspond à l'installation périodique d'un état physiologique lié à la *maturation des œufs*; l'insecte est alors sensibilisé à la stimulation *olfactive* émanant d'une certaine

catégorie de chenilles, il s'empare de sa proie lorsqu'elle se présente et la darde de coups d'aiguillons au hasard ; la « danse » surexcitée, qui vient ensuite, est liée à l'état de l'*activité génitale*, et est suivie d'une sorte d'impulsion motrice permettant le transport de la proie, et finalement l'enfouissement et la ponte. S'étendant sur une période plus longue, la conduite migratoire des saumons s'explique, non seulement en fonction des stimuli externes, mais de modifications organiques : selon Roule, un des facteurs du voyage vers la mer du jeune saumon serait la perte de certains pigments sur la peau provoquant un effet irritant en eau douce, et la migration inverse dépend des progrès de la *maturité sexuelle*. Le cycle d'activité des oiseaux est sous la dépendance de sécrétions glandulaires, distinctes suivant les sexes : d'après Howard, le mâle serait un facteur secondaire, et les conditions internes de la femelle détermineraient, dans la majorité des cas, la nature des activités dans lesquelles elle s'engage. Les hormones œstrogènes et la testostérone jouent un rôle fondamental dans l'émergence de l'activité sexuelle chez les animaux supérieurs, et la prolactine est responsable du comportement maternel : elle stimule même des rats femelles vierges à s'occuper de ratons nouveau-nés.

Mais une question se pose : si les tendances liées à des modifications physiologiques internes sont responsables des actions instinctives chez l'animal, ne doit-on pas revenir à la vieille notion d'instinct-impulsion, force qui pousse de façon aveugle, faculté mystérieuse, etc. ? La terminologie commune y inciterait, qui identifie l'instinct avec une pulsion, et utilise volontiers les expressions « instinct sexuel », « instint alimentaire », etc. Il y aurait là une double erreur. D'abord, tout en étant responsable du dynamisme de la conduite et d'une mobilisation énergétique, les modifications internes sont des *processus* organiques liés eux-mêmes à d'autres événements, soit externes (abaissement de la température ambiante, absence de nourriture) soit internes (évolution endocrinienne) et partant *temporaires*; ce sont des « faits » objectifs et observables, et non point des entités occultes, des structures quasi-métaphysiques et mystérieuses : innéité veut simplement dire ici détermination par hérédité et association étroite avec les besoins des tissus ou, plus simplement, liaison avec la structure de l'organisme, facticité. Ensuite, il faut bien remarquer que l'idée de drive, de tendance, n'est pas univoque avec celle d'instinct : car *les tendances innées suscitent aussi bien des actes instinctifs que des actes appris ou intelligents*. Il n'est qu'à considérer le comportement humain pour s'en convaincre; il obéit lui aussi, fondamentalement, à des tendances innées, appétits nutritifs, sexuels, etc. Le comportement sexuel du rat, de même que celui de nombreux animaux inférieurs, semble fait d'un ensemble de réponses stéréotypées, mais celui du chimpanzé est beaucoup plus variable, et comporte une grande part d'apprentissage. Plaçons, de toute façon, ces animaux devant des obstacles (boîtes à mécanismes, labyrinthes, appareils de discrimination, etc.) : ils apprendront de nouveaux actes, utiliseront de nouveaux moyens pour satisfaire leurs besoins, non seulement sexuels, mais nutritifs, explorateurs. Si les réponses finales, ou consommatrices, sont souvent stéréotypées, il n'en est pas de même des réponses préparatoires, suscitées elles aussi par les drives, souvent « intelligentes » au sens strict du terme. Donc, les tendances innées ne sont pas des « instincts », et *l'instinct n'existe que là où un comportement inné intervient pour satisfaire un besoin inné*, et là seulement : cela conduit à exclure l'instinct de la conduite humaine, à part le cas du comportement alimentaire du nouveau-né.

Rôle des stimulations externes ; plasticité des instincts. — Nous voici donc ramenés à l'analyse des « actes » en tant que tels, les conduites instinctives se présentant, lorsqu'elles existent, comme une certaine façon d'intégrer des pulsions internes. Se ramènent-elles alors, comme le pensent certains, à une succession de réflexes aux stimuli extérieurs ?

Il est d'abord évident que les conditions internes ne se conçoivent qu'en relation dialectique avec la situation environnante : ainsi, les parents oiseaux ne semblent donner de la nourriture aux petits que s'ils sont stimulés par une activité qui en émane; si les oisillons sont malades, ne piaillent pas, n'ouvrent point un large bec, leurs parents ne les nourrissent pas. Comme dit Piéron (*Psychologie zoologique*) : « de façon générale, les stimulations extérieures sont tout à fait nécessaires pour l'entretien de l'activité, et celle-ci cesse en leur absence ». Les réactions resteraient virtuelles si les conditions extérieures ne donnaient l'occasion de réponses.

Mais doit-on dire, pour autant, que ces réactions sont de l'ordre du réflexe, et consistent lorsqu'il y a flux de comportement en une chaîne de réflexes ? Selon Rabaud, la conduite instinctive est une sorte de mécanisme qui, déclenché par des excitants appropriés, se déroule avec précision. On lit dans *L'Instinct et le comportement animal* : « L'instinct se confond avec les réflexes... La coordination résulte d'influences actuelles successives et indépendantes, et non d'une liaison directe des réflexes les uns aux autres... Chaque réflexe détermine un résultat qui place l'animal en présence d'un stimulant nouveau ». Ainsi en serait-il de la manœuvre des Ammophiles : en présence d'un état physiologique déterminé, un premier excitant (chenille) déclenche une première réaction (capture), celle-ci met l'organisme en présence d'une seconde source d'excitation (soubresauts de la victime), laquelle déclenche à son tour une seconde réaction (piqûres), et ainsi de suite, jusqu'à la dernière réaction de la chaîne terminant la série. « L'animal demeure lié aux influences actuelles et, vis-à-vis de chacune d'elles, réagit en fonction de sa constitution propre... Il s'agit d'excitations frappant un insecte dans certaines conditions physiologiques; au bout d'un temps, la répétition de l'excitation modifie ces conditions et, par suite, modifie la réaction ».

Or, cette interprétation présente certaines difficultés, soit qu'on l'examine en elle-même et dans son intention d'expliquer le comportement des Arthropodes, soit qu'on la considère en fonction des conduites instinctives en général.

Si l'on accepte son optique, deux faits sont difficilement explicables : la plasticité des actes instinctifs qui répondent moins à des excitants précis qu'à des schémas, des formes; et l'unité d'ensemble de l'action, peu compatible avec le caractère local et privilégié du réflexe. En effet, la conduite instinctive présente toujours un caractère d'*adaptabilité* aux conditions variables du milieu, en ce sens que l'élément du milieu extérieur est *non pas un excitant ayant une valeur physique déterminée de manière absolue, mais un « objet », possédant un caractère schématique, c'est-à-dire une « structure » ou « forme » générale d'excitation* : parfois il est multi-sensoriel. Les stimuli ont donc une forme ou « gestalt » (ils sont « gestaltisés », selon la terminologie utilisée par la *Gestalttheorie*). On pourrait citer à l'appui les travaux de Tinbergen et Lorenz, mais Rabaud lui-même indique que les Hyménoptères n'ont pas, quoi qu'on puisse en penser, une proie spécifique; seulement, pour expliquer ce phénomène, il en est réduit à invoquer le hasard : « à défaut de la proie coutumière, le prédateur cède à l'attraction prépondérante du moment », ce qui est très exactement un refus d'explication.

Ce caractère schématique de l'objet excitant ne serait point à vrai dire une grosse difficulté, s'il n'était lié à la *constance*, l'*unité* de la chaîne. Nous avons déjà dit que les réflexes étaient des réactions locales d'un organe précis, sans nécessité d'une condition physiologique interne : comment alors concevoir qu'une conduite complexe, *une*, liée à un état intérieur soit

faite de réflexes sans faire intervenir une autre explication, rendant compte du maintien de la direction d'ensemble, malgré les variations dans les conditions d'excitation ? Là est bien le nœud de la question, car il s'agit bel et bien d'expliquer l'adaptabilité dans la constance, ce qui est impossible en s'en tenant au schéma de Rabaud. Il semble que les hypothèses apportées par le « behaviorisme molaire » de Tolman, et par les théoriciens de la Gestaltpsychologie apportent plus de clarté : elles tentent de lier étroitement stimulation interne et stimuli externes, en concevant, par exemple, que les « demandes » de l'organisme, s'accompagnent de l' « attente » de « formes-signaux » qui suscitent alors les « moyens » spécifiquement liés aux capacités innées dudit organisme. Ainsi rendrait-on compte, à la fois du plan spécifique des actes et de la relative variabilité dans les « actes-moyens ».

Quoi qu'il en soit, ajoutons qu'une théorie comme celle de Rabaud ne s'appuie que sur des faits concernant certaines espèces déterminées, et en eux-mêmes remarquables, qui ne sauraient constituer *le tout* des conduites instinctives. Rares sont les espèces qui présentent des comportements aussi prédéterminés que les Arthropodes : les conduites observables chez les poissons, les oiseaux, voire chez des mammifères comme le castor, quoique parfois typiques, enferment, sous une unité d'intention, une grande variété de moyens (ainsi les diverses manières pour l'oiseau de chasser et de nourrir les petits) : cette *variabilité au sein d'un schéma général* implique fréquemment l'intervention de l'apprentissage, donc d'éléments acquis.

Rôle de l'apprentissage. — On a en effet trop tendance à s'imaginer que les animaux sont mus par les tendances et par les stimuli externes comme par un mécanisme. Mais qu'un obstacle se présente entre le but et le lieu où est l'animal, il est rare que ce dernier n'essaie de le contourner ou de le rompre jusqu'à la limite de la fatique : nous reviendrons sur les cas de ce genre dans de prochains articles en étudiant le « learning »; notons simplement ici qu'ils sont fréquents chez les Invertébrés eux-mêmes (études de Buytindijk sur les blattes). Plus spécialement, nombre de conduites classées comme prédéterminées révèlent le rôle de l'expérience antérieure : nous en avons eu un exemple avec le comportement des jeunes poussins. Bien d'autres peuvent être donnés : comment s'orientent les abeilles, ou les guêpes qui quittent leur ruche ou leur nid pour visiter les fleurs ? Comment le retrouvent-elles ? Comment s'orientent les fourmis durant leurs longues périgrinations ? Or, les travaux de Cornetz, Santschi, Opfinger, Schneirla ont montré que l'orientation chez les insectes volants s'effectue à l'aide d'un repérage, d'un contrôle visuel établi par l'apprentissage; les fourmis utilisant une piste se créent des *points de repères topochimiques*, et les fourmis voyageant seules (exploratrices), dont le retour ne s'effectue jamais par le même chemin que l'aller, retrouvent leur chemin par un *repérage visuel* fondé sur la direction de la lumière et sur la position des gros objets (voir les ouvrages de Rabaud et de Claparède sur la question). Même dans les sociétés d'insectes, les réponses innées ne sont pas entièrement responsables du comportement des individus : ainsi Heyde a prouvé que l' « échange de nourriture » (trophallaxis) entre ouvrières et larves et entre adultes eux-mêmes chez les fourmis est un comportement acquis graduellement et nécessitant donc une sorte d'habitude.

Prenons à présent le comportement alimentaire des reptiles : loin d'être stéréotypé, quoique instinctif, il est très variable, souple et nettement accordé aux circonstances. Les alligators ont des postures diverses pour attendre leur proie, s'en emparer avec grande facilité en s'ajustant à ses différences de position et aux obstacles divers (Patterson). On a pu déterminer expérimentalement des modifications dans le comportement alimentaire des vipères, comportement à double contrôle, visuel et olfactif, en créant des prédominances apprises de la vue et de l'odorat suivant les cas.

Les oiseaux nidifient « instinctivement », mais on a remarqué que les oisillons bâtissent le type de nid de leur espèce avec des imperfections et des erreurs; les expériences de Verlaine sont à cet égard du plus haut intérêt : des canaris en liberté peuvent se mettre à construire des nids, mais maladroitement, et la répétition comporte un perfectionnement progressif.

Citons aussi les travaux de Kuo sur le comportement des chats vis-à-vis des souris : contrairement à l'opinion courante, ce comportement est acquis, et il est aussi naturel pour le chat d'aimer les souris que d'en faire la chasse. Sur 20 chatons élevés dans l'isolement, 9 seulement tuent des souris ; par contre, sur 20 chatons élevés en compagnie de chats prédateurs, 18 deviennent eux-mêmes prédateurs; sur 10 chats non prédateurs placés dans un milieu de chats tueurs de souris, 9 le deviennent eux-mêmes; enfin, sur 18 chatons élevés avec des souris comme compagnons de cage, 3 tuent plus tard des souris, encore ne s'agit-il jamais de compagnons de cage. « La souris, dit Guillaume à ce sujet, n'est pas un stimulus absolu, inconditionnel, de l'attitude prédatrice chez le chat ».

Enfin, chez les chimpanzés et les mammifères supérieurs, il est quasi-impossible de trouver des structures de comportement purement innées : ainsi, les études de Bingham à la Yale University sur le comportement sexuel des chimpanzés observés depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte montrent que l'accouplement se développe selon le processus d'essais et erreurs, et que les attitudes finalement fixées diffèrent d'animal à animal, voire chez le même animal d'un moment à l'autre.

Contenu et limites de la notion d'instinct. — Nous n'avons pu donner qu'une idée schématique des problèmes posés par l'existence indéniable de structures innées de comportement chez les animaux. Après avoir eu une vogue considérable, la notion d'instinct a subi depuis une vingtaine d'années une défaveur croissante. Actuellement (voir l'ouvrage de Tinbergen, *The study of instinct*) elle semble réapparaître dans le langage scientifique. Tâchons de faire le point.

Il faut éliminer, tout d'abord, la notion d'un *instinct-force*, comme puissance d'action, voire même à titre de « drive » inné, et réserver le terme d'instinct à des formes de conduite, l'employer par conséquent sous sa forme adjective : un instinct, c'est une conduite « instinctive ». De ce point de vue, il faut placer à part les *réflexes innés*, réactions automatiques sans conditionnement interne d'un organe déterminé, qui ne sont point des « conduites », mais des « éléments de conduite », et donner comme contenu à la notion l'idée d'un *schéma organisé d'actes innés intégrant d'une façon prédéterminée des stimuli internes.*

Mais — et c'est le second point — à part des conduites très précises, observables notamment chez les insectes, il n'y a pas de structures innées *pures*. Non seulement nombre d'insectes et d'Invertébrés, mais la grande majorité des espèces animales présentent des conduites qui sont, soit un mélange de prédétermination et d'apprentissage, soit le résultat unique de l'apprentissage ou même de l'intelligence. Chez les mammifères, les conduites à prédominance innée sont une faible part du comportement. On voit donc les limites de l'instinct, qui est loin de faire le tout de la vie animale. C'est pourquoi l'intérêt de la zoopsychologie est bien davantage tourné vers les problèmes concernant les processus d'acquisition de conduites nouvelles, allant du conditionnement et de la formation d'habitudes aux phénomènes mentaux et d'intellection.

Jean-C. Filloux,
Agrégé de l'Université.

LES GENRES DE VIE DE L'HOMME PRÉHISTORIQUE

3. — LA RÉVOLUTION NÉOLITHIQUE [1]

Par le Proche-Orient, en deux puissantes vagues civilisatrices, nous arrivent les nouvelles et décisives « expériences néolithiques », déjà expérimentées et développées dans leur berceau originel. Ces expériences sont importées par des civilisations aux outils fondamentaux en roches dures piquetés et polis, accompagnant un outillage varié d'os et de silex. Mais les faits humains essentiels sont les « approfondissements » du genre de vie : l'agriculture gagne en diversité culturale, en rendement et en extension géographique. L'élevage s'enrichit d'espèces nouvelles. Industrie et extraction minière s'instaurent. Les contacts entre hommes sont de plus en plus fréquents, soit sous forme de troc ou de commerce, soit sous la forme violente de guerres. L'humanité entre véritablement dans sa phase « moderne ».

Ces civilisations « nouvelles », c'est le sens étymologique de « néolithique », atteignent notre Occident par deux cheminements principaux : la voie terrestre danubienne, la voie maritime méditerranéenne.

Les Danubiens, cultivateurs du loess. — Les civilisations danubiennes sont celles de paysans itinérants recherchant de nouveaux territoires, leur champ primitif épuisé. Du Danube moyen à la Hesbaye, ils seront les « cultivateurs du loess », terres fertiles, naturellement drainées, faciles à cultiver. En Belgique, connus sous le nom d'Omaliens par les archéologues belges, ils laissent une trentaine de villages, avec plus de 700 habitations, cabanes de torchis, de plan irrégulier, le plus souvent ovale. Agglomérées les unes aux autres, ces cabanes constituent de vastes constructions, très complexes, pouvant dépasser 20 m de long (Köln-Lindental, près de Cologne). A côté de ces formes rondes existent des bâtiments sur plan carré ou rectangulaire, jusqu'à 35 m de long. Ainsi trouvons-nous déjà les deux plans fondamentaux, circulaire et rectangulaire, les formes les plus diverses d'exploitation rurale, avec bâtiments dispersés ou groupés sous un même et vaste toit, et cela dès le milieu du troisième millénaire avant notre ère.

Des lames de silex, débitées sur des nucléi exploités à l'extrême (fig. 2) constituent la base de l'outillage lithique, aménagées en couteau, en grattoir sur bout de lame, en éléments de faucille, identiques aux éléments classiques de Mésopotamie. Une habitation de Jeneffe livre six meules pour broyer les grains (Destexhe-Jamotte). De petits triangles de silex incurvés sont des barbelures de harpons. Les Omaliens ignorent la hache. Ils utilisent un outil en roche dure, piqueté et poli, dit « forme de bottier » de par sa forme, travaillant perpendiculairement au manche, en erminette ou en houe. La céramique, avec ses vases en forme de calotte ou de bombe, offre souvent un riche décor imprimé en creux, sous forme de chevrons, de spirales, de méandres, mais toujours en « bande » (Bandkeramik).

L'économie danubienne est singulièrement complexe. Les cultures sont variées, orge, blés divers (*Triticum dicoccum* dans un tesson de poterie de Latinne), haricot, pois, lin... mais l'on fait encore appel à la collecte végétale (noisette), à la pêche (perche et brochet), à la chasse et aux ressources de l'élevage (le mouton apparaît). C'est là une économie de paysans modernes et la pluralité des ressources est la meilleure assurance contre les disettes. Au delà de la Hesbaye, dans le Bassin parisien, l'influence omalienne est encore mal connue, mais nette. Elle s'y superpose aux traditions campigniennes déjà implantées (Ante, Ecures, Arneau, etc.).

Pasteurs-paysans et artisans méditerranéens. — Par la grande mer intérieure et ses rivages arrivent d'autres influences civilisatrices complémentaires. Des formes céramiques nouvelles, avec des impressions de coquillage (céramique « cardiale »), caractérisent les premières civilisations méditerranéennes occidentales, pour faire place ensuite à une céramique de formes simples, à fond bombé, sans décor, mais d'une pâte excellente, finement lustrée, homogène et sonore, la céramique de Cortaillod (fig. 1). L'outillage en silex est le plus souvent médiocre. Tardivement, on fera appel à l'importation lointaine. Les haches sont en roches dures, piquetées, polies au tranchant. Elles donnent un outil universel, propre à de multiples usages, emmanchées directement ou par l'intermédiaire de « gaines » et emmanchures en bois de cerf. Os et bois de cerf, abondamment et habilement travaillés, livrent une gamme étendue d'outils les plus divers : poinçons, perçoirs, aiguilles, lissoirs, ciseaux..., indice d'un intense travail artisanal (fig. 3).

Cette civilisation méditerranéenne est riche en genres de vie les plus variés, adaptés aux conditions régionales : cette faculté précieuse d'adaptation est par elle-même preuve d'un état avancé de civilisation. Dans les provinces méridionales, l'habitat recherche les grottes et abris (faciès « pyrénéen » et languedocien). Dans les provinces marginales des Alpes, le faciès « lacustre », avec ses célèbres habitats sur plateformes de bois au-dessus des marais et des lacs, éclipse par son originalité les formes plus traditionnelles. Sur des buttes s'élèvent aussi des villages terrestres, groupant jusqu'à 75 maisons rectangulaires, avec leur foyer central, des cloisons de séparation, un toit à double pente (civilisation de Michelsberg).

Les « cités lacustres », villages d'habitations de forme rectangulaire, édifiées en rondins, sur ces vastes plateformes communiquant au rivage par des ponts ou des barques monoxyles, restituent un matériel archéologique complet, grâce aux détritus évacués par les trappes et conservés dans les boues des lacs. Leurs habitants sont paysans, cultivant plusieurs variétés de blés et d'orges, avec des pioches de bois ou de bois de cerf,

Fig. 1. — *Céramique de Cortaillod.*
(*Photo Musée de Lausanne*).

1. Voir : Les genres de vie de l'Homme préhistorique ; 1. Le Paléolithique, *La Nature*, n° 3213, janvier 1953, p. 12 ; 2. Préludes à la révolution néolithique, *La Nature*, n° 3214, février 1953, p. 40.

Fig. 2. — *Nucleus omalien à lames.*
On remarque les tablettes successives de ravivage du plan de frappe.
(*Photo* Eloy).

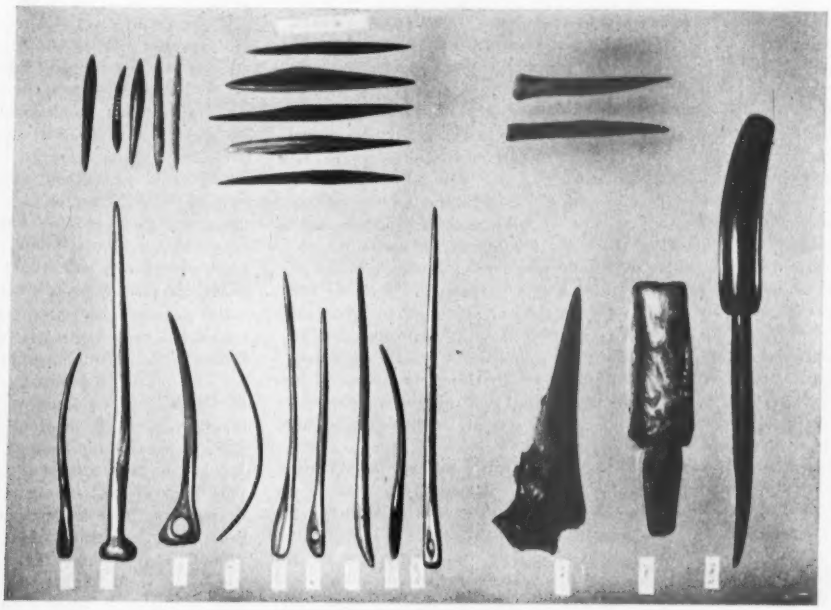

Fig. 3. — *Matériel du faciès de Cortaillod.*
Poinçons et aiguilles en os et bois de cerf pour travail artisanal.
(*Photo Musée de Lausanne*).

des houes armées de pierres. Meules et broyeurs, galettes de terre cuite pour la cuisson d'un pain, four primitif, attestent l'importance des céréales. Ces paysans sont des éleveurs, avec désormais les cinq animaux traditionnels du Néolithique : chien, porc, bœuf, mouton et chèvre. Les deux dernières espèces sont méditerranéennes par excellence, caractéristiques de l'apport nouveau.

Les ressources de la chasse ne sont pas pour autant dédaignées. Si 85 pour 100 des animaux de la palafitte de Saint-Aubin appartiennent à des espèces domestiques dans une couche profonde, on en compte seulement 57 pour 100 dans une couche supérieure plus récente. Le fait est général. La domestication ne s'est pas introduite « en bloc ». Elle a connu des crises au Néolithique, et en cas de crise, on a recours aux ressources ancestrales de la chasse. Aux produits de la chasse se joignent ceux de la pêche en lacs, rivières et torrents. Les engins de pêche comportent des poids pour les lignes de fond et les filets, des flotteurs de liège ou de bois, des filets conservés avec leurs mailles dans les couches lacustres suisses, des hameçons, d'abord droits, puis courbes, sans barbelure à l'ardillon, enfin barbelés, confectionnés dans le bois de cerf. Les grottes pyrénéennes, Niaux, Bédeilhac (fig. 4), les stations sises en bordure des cours d'eau (Le Verdier, près Montauban), les palafittes françaises (Châlain) ou suisses (Burgäschi) livrent ces engins de pêche variés.

La fonction artisanale se manifeste par le travail de la céramique, apanage des femmes, avec de lentes pérennités de technique, mais il vient s'y ajouter le travail textile : filage et tissage du lin, avec de précieuses innovations comme le fuseau, la fusaïole, en pierre à l'origine, en terre cuite décorée ensuite, les premiers métiers à tisser. Un artisanat utilisateur de machines est désormais créé.

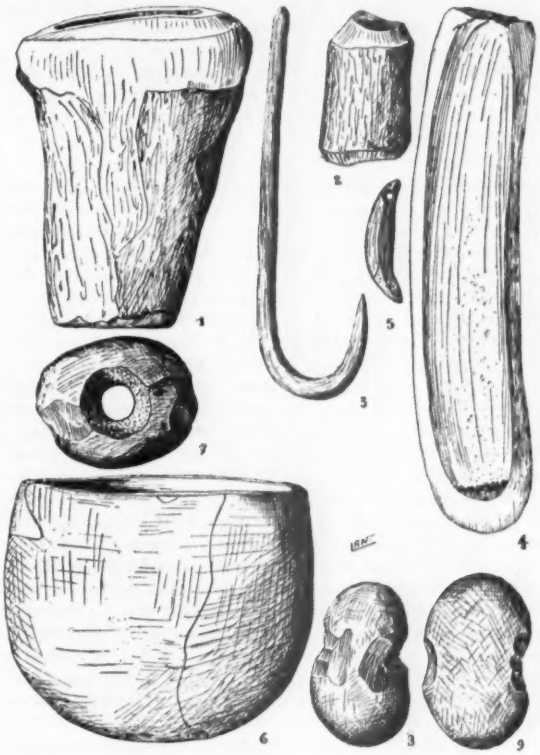

Fig. 4. — *Matériel du « Néolithique pyrénéen ».*
Fouilles L.-R. Nougier et R. Robert à Bédeilhac (Ariège) : 1, gaine de hache en bois de cerf ; 2, emmanchure ; 3, hameçon en bois de cerf ; 4, lissoir en os ; 5, dent perforée pour parure ; 6, céramique du type de Cortaillod ; 7, 8, 9, poids à pêche.
(6 à 9, *collections du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse*).

Les Néolithiques, paysans de tradition campignienne. — Par les marges orientales du Bassin parisien, le seuil de Foug jouant un rôle important, par les plateaux bourguignons, les influences méditerranéennes entrent en contact avec les populations campigniennes déjà installées. Chaque grande civilisation bénéficie des apports originaux de sa voisine. Il en résulte une amélioration des conditions de vie. Les premiers paysans campigniens accroissent leur agriculture, augmentent leurs espèces domestiquées, développent leurs céramiques... Les Méditerranéens, moins nombreux sans doute, moins prolifiques et moins « paysans », adoptent la hache de silex campignienne, la transforment par leur technique habituelle du polissage. Finement taillée à petits éclats, la hache de silex sera régularisée et polie sur de grands polissoirs de grès dont les rainures et les cuvettes hanteront longtemps les imaginations populaires. Ce polissage des haches n'est qu'un fait technique secondaire, sans profondes résonnances économiques. Les haches polies ne constituent souvent qu'une infime partie de l'outillage, et bien des gisements sont « néolithiques » sans en avoir jamais livré une seule. De cette fusion « campignienne-méditerranéenne », fusion que l'on peut valablement comparer à l'emprise romaine sur le monde celte, datant du milieu du troisième millénaire avant notre ère, résultent les divers faciès du « Néolithique de tradition campignienne ». Le fond campignien, le fond ancien et rural, y marque sa très forte empreinte. Il a assimilé beaucoup plus qu'il n'a été absorbé. Les gisements du Bassin parisien appartiennent tous à cette civilisation de fusion, laquelle fait encore sentir son influence par delà le seuil du Poitou, la coulée de l'Allier, la Bourgogne. Le monde méridional, océanique ou méditerranéen, conservera plus nettement ou plus longtemps ses traditions méditerranéennes. Ce n'est qu'au Chalcolithique, à la fin du troisième millénaire, que les influences septentrionales se marqueront dans le genre de vie originalement pastoral des tribus languedociennes.

Ce Néolithique de tradition campignienne constitue la civilisation rurale fondamentale du terroir occidental. C'est lui qui imprime à nos paysages et à leurs structures nombre de traits essentiels. Des nombreux faciès archéologiques, adaptés aux milieux géographiques, deux s'imposent avec vigueur : le faciès rural traditionnel, le faciès minier et commercial. Le semis de peuplement du Campignien classique était un semis de pénétration. Le semis du Néolithique de tradition campignienne, dans la seconde moitié du troisième millénaire, est un semis d'occupation rurale, un semis singulièrement actuel, et la campagne occidentale se révèle comme très fortement humanisée. Partout, un jeu de chemins, des groupements de huttes, généralement de plan circulaire (fonds de cabane), héritage du vieux legs forestier, occupant les terroirs avant le développement forestier, fixant ensuite ses empiétements, luttant contre lui et essartant.

Le terroir primitif est souvent au profitable contact de la « campagne » et des bois, associant les ressources des champs (céréales, jachères) aux ressources variées et renouvelées de la forêt (glandée, pâture, réserves de gibier en cas de disette, ressources en bois artisanal pour la confection des instruments agricoles, bois de construction, de cuisson et de chauffage). L'économie est complexe, toujours rebelle aux classifications simples : cueillette, chasse, pêche, cultures et élevage, activités domestiques et artisanales. Le paysan néolithique lutte contre la forêt, sans en quitter l'ombre.

Le village semble désormais stable, et sédentaire la population. Les cartes montrent un semis de peuplement ordonné, cohérent, avec un rythme de distance entre chaque village, tous les deux kilomètres pour les villages de bordure de plateau, les premiers installés, un kilomètre pour les villages d'intérieur, plus récents. Le peuplement se resserre par suite des terres raréfiées.

Des estimations globales de peuplement, il est possible de déduire une population moyenne de 40 à 60 habitants par village, une dizaine de cabanes d'habitation. Les gros villages, les « métropoles », peuvent atteindre 200 habitants. Entre Loire et Seine, région minutieusement prospectée, le terroir villageois s'étend sur 300 à 450 ha, vraisemblablement divisé en trois parts : une part en cultures, une part en jachères; la dernière, la plus étendue, réservée à la forêt. Ce partage est une nécessité naturelle, liée aux conditions mêmes de l'exploitation encore primitive. Faut-il y voir la lointaine origine de l'assolement triennal dans les provinces septentrionales ? La forêt perdra son rôle vital, sortira du « cycle », mais l'habitude sera prise d'avoir trois parts dans le terroir rural.

Les provinces méridionales, au climat et au sol différents, ne connurent sans doute pas cette division ternaire. La forêt primitive y fut plus clairsemée. Essartée pour les cultures, elle ne s'est point reconstituée, si ce n'est sous la forme dégradée et dégénérée de maquis ou de garrigues. Les espèces animales méditerranéennes, le mouton et la chèvre y contribuèrent largement. Et très rapidement, le paysan méditerranéen fut amené à organiser son terroir agricole en deux parts seulement : une part en cultures, une part en jachères (garrigues et terrains de parcours pour les troupeaux). Les hommes ont certainement part dans ces organisations agraires suggérées par le sol et le climat. Constatons alors que toutes les provinces septentrionales, au futur régime d'assolement triennal, furent soumises aux premiers et tenaces efforts agricoles des Campigniens.

Chaque paysan néolithique dispose de 6 à 8 ha, beaucoup plus même, en tenant compte des non-travailleurs. Aussi la zone véritablement cultivée chaque année est-elle réduite. Grâce aux terres neuves, les rendements peuvent suffire aux besoins essentiels, malgré des moyens techniques rudimentaires : bâton à fouir, araire de bois, houe en bois de cerf ou en bois, pic de silex pour défonçer... De nombreux outils de silex, tranchets, rabots, grattoirs, perçoirs, dénotent en ce milieu agricole un travail systématique du bois pour les instruments aratoires.

A l'origine, le champ dut être certainement un « champ-nébuleuse » sans limites définies, plutôt de formes arrondies. Les limites stables seront tardives, associées à une plus grande densité humaine, à une concurrence paysanne plus vive. L'étendue dévolue à chaque paysan implique la possibilité de « déplacer les cultures » sans déplacer les villages, sans avoir recours à la culture itinérante des Danubiens. Le déplacement perpétuel des villages serait incompatible avec un fait archéologique évident : le semis ordonné du peuplement. Avec l'augmentation du nombre des paysans, le déplacement des cultures exigera des accords. La rotation des cultures s'imposera dans les soles organisées. La clairière néolithique de Paucourt, en forêt de Montargis, est classique à cet égard. Elle présente une structure agraire « classique » : village rural au centre d'une clairière ceinturée d'un chemin de protection, voies rurales au tracé rayonnant, déterminant des champs allongés, perpendiculaires aux chemins de desserve. La toponymie de Paucourt est mérovingienne, mais la clairière remonte aux efforts des paysans néolithiques de la fin du troisième millénaire, ou au début du second. Dans l'état actuel de nos connaissances, rien ne permet de faire remonter aussi haut la structure agraire de Paucourt, mais la clairière y remonte.

Les Néolithiques, industriels et commerçants, de tradition campignienne. — Certains villages néolithiques bénéficient d'excellents matériaux, silex surtout, et en viennent à se spécialiser, à travailler le silex par atelier, le troquant contre des produits agricoles ou rares. Ces stations-ateliers, déjà anciennes, à fonction locale ou même régionale, poursuivent leur essor. A la Petite-Garenne, près d'Angoulême, les Néolithiques creusent des fosses pour extraire des rognons

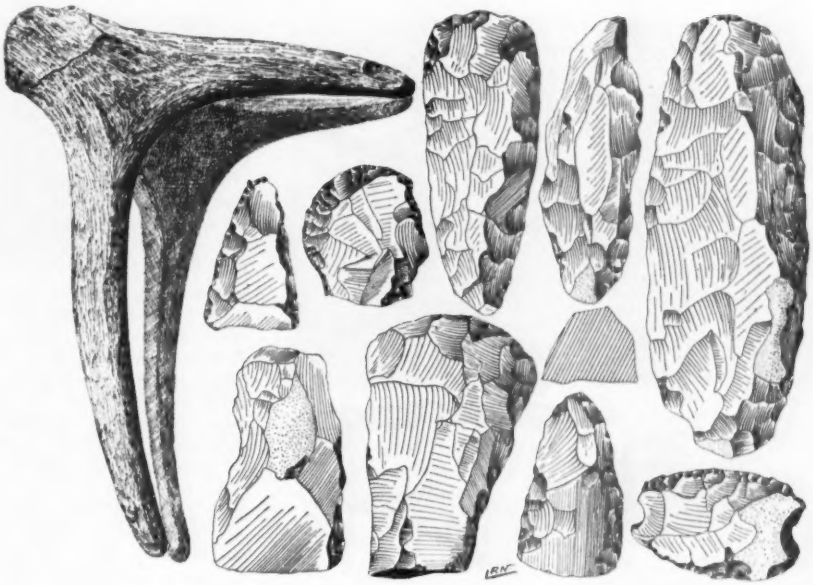

Fig. 5. — *Pic d'extraction en bois de cerf et outillage du faciès d'exploitation.*
Recherches de L.-R. Nougier au sud de Nemours.

de silex. Des pics mesurant jusqu'à 30 cm, des haches s'y rencontrent par milliers. Les haches taillées sont généralement polies en dehors des ateliers de taille. Au sud de Nemours existent de grands ateliers de polissage, lieu de travail spécialisé et jamais lieu d'habitat.

Dans la zone crétacée, un véritable et original faciès industriel apparaît. Spiennes peut en être pris comme type. A 4 km au sud-est de Mons, les Néolithiques ont creusé puits et galeries pour extraire le silex gris-bleu, matière précieuse du moment. Des dizaines de puits en exploitation s'alignent avec leurs entonnoirs de percée, des puits profonds parfois de 16 m, larges d'un mètre environ. Les puits communiquent entre eux par des galeries, dans certaines desquelles on a recueilli jusqu'à 1 500 pics de silex. Les mineurs de Spiennes négligent des lits de silex de qualité médiocre pour extraire, plus profondément, des silex d'excellente qualité. Les déblais évacués servent à combler les puits désaffectés ou forment des terrils. A ces terrils du troisième millénaire avant notre ère succéderont, dans le paysage industriel prédestiné de Mons, les noirs et puissants terrils houillers. Une simple substitution de matériau est toute la différence entre ces deux économies industrielles centralisées. L'idée géniale de demander au sein de la terre les ressources qu'elle peut jalousement garder est une idée néolithique.

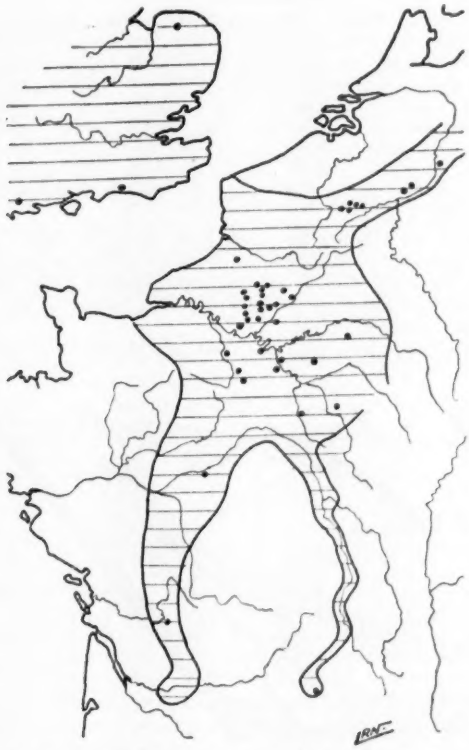

Fig. 6. — *Répartition des puits d'extraction du silex, faciès minier et industriel du Néolithique de tradition campignienne.*
(*D'après* L.-R. Nougier).

A Spiennes, où la craie est dure, les pics de silex dominent : pics à main dans les galeries étroites, pics emmanchés dans des bois de cerf dans les plus larges galeries. Dans les régions où la craie est moins résistante, les pics sont tout en bois de cerf (fig. 5).

L'habitat du mineur est constitué par des cabanes rondes, à demi enfoncées en terre. L'outillage domestique appartient au vieux fond campignien : des tranchets, des hachettes, des ciseaux taillés avec soin. Meules et molettes, pointes de flèches en silex, céramique du type de Michelsberg, peigne de tisserand, poids de filet perforés en craie témoignent d'un genre de vie varié. Mais, comparé à celui des cités lacustres, cet outillage des fonds de cabane de Spiennes est assez misérable. Spiennes, fondamentalement minier et industriel, annonce déjà une plèbe ouvrière. De la Belgique à la Charente, dans la zone crétacée aux lits de silex, s'alignent de nombreuses et fortes exploitations industrielles, du type de Spiennes, travaillant pour une région limitée ou pour de plus vastes territoires. A la fin du troisième millénaire et au début du second, l'aire d'expansion commerciale de Spiennes se heurte, en Belgique même, à une concurrence nouvelle, victorieuse, celle des puissants ateliers de la région tourangelle du Grand Pressigny (fig. 6). Le silex jaune cire de Touraine concurrence, à Spiennes même, le silex bleu local ! Les Néolithiques des lacs suisses s'alimentent en silex pressigniens, demandant lames et poignards, scies-faucilles... Chaque atelier se spécialise dans un type d'outil et les « livres de beurre » jonchent encore les champs, blocs de matière première dont l'industrie pressignienne a retiré quelques grandes lames pour l'exportation.

Les civilisations chalcolithiques, à la charnière des troisième et deuxième millénaires. — Alors que l'Occident en est encore aux civilisations purement lithiques, les marges orientales et méridionales de l'Europe sont en pleine

Fig. 7. — *Céramique type de Chassey.*
Objets provenant du Campigny (Seine-Inférieure).
(*Institut de Paléontologie humaine et Musée d'Histoire naturelle de Rouen*).

civilisation « chalcolithique » de la connaissance du cuivre. Le monde proche-oriental connaît les grandes et puissantes civilisations du bronze. L'apparition du métal n'est nullement une révolution. Ce n'est qu'une simple substitution de matériau, et seulement dans les classes aisées. Les genres de vie ne s'en trouvent nullement modifiés. D'ailleurs, le genre de vie agricole ne changera guère jusqu'au XVIIIe siècle. Une alène de cuivre, une perle d'or sont parfois seules pour caractériser un gisement chalcolithique. Dans le Bassin parisien, où subsiste toujours le fond campignien, se développe même une fruste céramique, dite de Horgen, véritable recul. Du monde méditerranéen arrive encore une céramique aux décors géométriques finement incisés, dite de Chassey, avec des losanges quadrillés, des « dents de loup », des damiers, des formes nouvelles comme de larges vasques et assiettes, des supports de vase pour céramique à fond bombé. Typique au gisement éponyme du Campigny (fig. 7) cette céramique est fréquente dans les « camps » : Catenoy, Fort-Harrouard, Chassey... Un facteur nouveau, celui de la défense, préside désormais en maître au choix des sites. Les éperons aigus de plateau sont, dans le Bassin parisien, les lieux de prédilection des villages agricoles. Paris a pour origine néolithique l'éperon des Hautes-Bruyères, entre les vallées de Seine et de Bièvre, voici quelque quatre à cinq millénaires. Ces éperons, carrefours naturels, lieux aisés de garde des troupeaux, sont ensuite recherchés pour leur valeur stratégique, comme les sites d'oppida méridionaux. Les éperons se barrent d'un vallum, défense contre le nouvel et redoutable ennemi, l'homme.

La densité humaine s'accroît. Les terres se raréfient. Les intérieurs de plateaux sont occupés, occupés aussi les terrains primaires délaissés jusque-là, les terrains lourds et humides des fonds de vallée. Cantonné précédemment sur les plateaux, le peuplement amorce sa descente dans les vallées, dans les couloirs de circulation. Il accentuera cette descente au cours de l'histoire. Par une curieuse inversion, les vallées tendent actuellement à accaparer le peuplement, aux dépens des plateaux, exclusivement occupés au Néolithique (fig. 8 et 9).

L'organisation sociale est en progrès, conséquence de la densité humaine plus forte. Elle marque ses effets dans les relations avec les vivants, relations commerciales, coloniales ou guerrières, mais aussi dans les relations avec les défunts, dans ses manifestations monumentales dédiées aux morts, aux chefs et aux puissants disparus. Grottes, fissures de rochers, anciens puits ou fosses d'extraction servent d'abord de sépultures; puis systématiquement des tombeaux sont œuvrés, grottes sépulcrales creusées dans la craie champenoise, constructions mégalithiques : dolmens, grandes galeries couvertes, avec caveau collectif terminal, séparé de la galerie d'accès par une dalle avec hublot (fig. 11).

Comme les vivants, les morts sont parés de colliers aux grains précieux ou plus communément de petites perles cylindriques façonnées dans un calcaire tendre (grottes pyrénéennes, dolmens des Causses, de la civilisation de « Seine-Oise-Marne » du Bassin parisien) (fig. 10).

Expression monumentale du culte des morts, blocs dressés

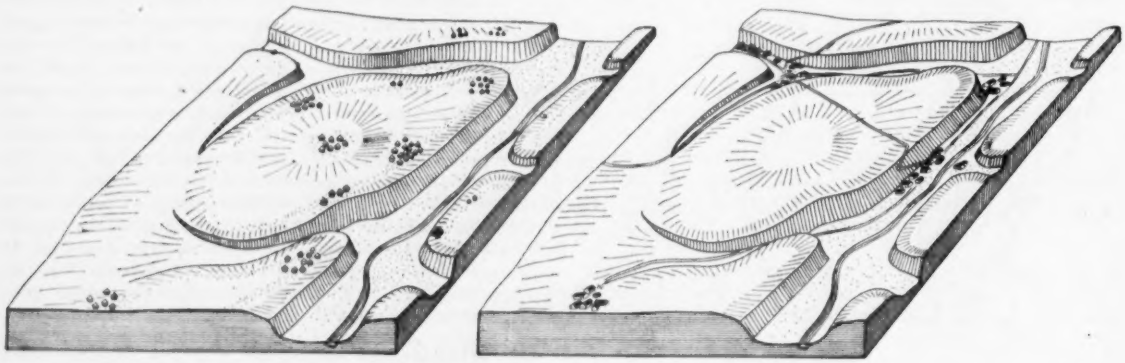

Fig. 8 et 9. — *Blocs-diagrammes du plateau gâtinais au sud de Nemours.*
A gauche : 11 établissements néolithiques, tous sur le plateau ; *à droite :* situation à la fin du XVIIIe siècle : 5 établissements, dont un seul sur le plateau, survivance néolithique (*D'après* L.-R. Nougier).

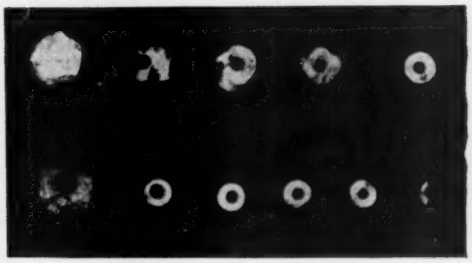

Fig. 10. — *Perles calcaires de la grotte de Bédeilhac (Ariège).*
Demi-grandeur. Fouilles L.-R. Nougier et R. Robert.
(*Photo* Colombani).

Fig. 11. — *Dolmen de Pauzsac (Dordogne).*
(*Photo* Cl. Barrière).

constituant les piliers, immenses dalles formant les linteaux et pesant parfois 60 t (La Frébouchère), 85 t (Bagneux), 90 t (La Ferté-Bernard), ne proviennent pas toujours de matériau *in situ*. Le glissement de semblables masses est impossible. Les manœuvres devaient utiliser des « rouleaux » de bois pour déplacer de tels monolithes, connaître le levier, établir des plans inclinés; 600 hommes furent nécessaires pour mettre en place la dalle de La Ferté-Bernard. Érigés par basculement, les mystérieux menhirs posent les mêmes problèmes. Des masses humaines encadrées, aux efforts coordonnés, furent nécessaires pour dresser le Men er Hroeck, long de 23 m, pesant quelque 348 t; sans doute dans les 2 000 hommes. Cette ère monumentale est celle des clans organisés, des hiérarchies puissantes. Le Néolithique, essentiellement rural, artisanal, exceptionnellement industriel, s'éloigne...

La révolution démographique. — L'approfondissement de l'économie néolithique permet un étonnant développement démographique. Les nouvelles ressources, demandées à une exploitation plus poussée du sol, à un élevage complet (seul le cheval manque encore), à un artisanat divers et prospère, à une extraction en plein essor, favorisent le peuplement. Mais faits économiques et démographiques s'interpénètrent étroitement. La poussée démographique n'est pas sans expliquer, par des nécessités vitales, recherches de ressources vivrières et de matériaux, cette intensification de l'économique. Sans les découvertes et les expériences néolithiques, le peuplement occidental n'eût certes pas progressé. Si le troisième millénaire constitue en Occident le grand millénaire, si l'accélération de l'évolution humaine date de ce moment, si elle prend là son virage, c'est sans doute aussi que la densité humaine des creusets civilisateurs, comme le Bassin parisien ou le Bassin londonien, est favorable aux éclosions d'idées de progrès.

Par la méthode qualitative, il est possible d'avoir une estimation vraisemblable de la population de la Gaule au troisième millénaire avant notre ère. Le semis rural des terres faciles et riches suggère un peuplement de l'ordre de 10 à 20 habitants au kilomètre carré. Mais l'ensemble du territoire n'est pas aussi peuplé. Massif armoricain, Massif Central, Alpes notamment, échappent largement au peuplement néolithique. Des régions comme la Bourgogne, la Normandie, les pays agricoles de l'Oise semblent, par contre, plus peuplés. En tenant compte de tous ces divers facteurs, d'après les trop rares cartes précises établies, la population néolithique de la Gaule pouvait atteindre cinq millions d'habitants à la fin du troisième millénaire. Pour le quatrième, les estimations ne peuvent dépasser le demi-million.

Cette expansion humaine est la conséquence de l'essor économique, essentiellement agricole, du Néolithique. La portée technique et sociale de ce fait est incalculable. Songeons qu'il faudra cinq millénaires, de la fin du troisième millénaire au XXe siècle, pour que le même territoire décuple de nouveau sa population !

Plus important que le XIXe siècle, siècle de la révolution industrielle, se montre le troisième millénaire avant notre ère, le millénaire de la révolution agricole d'Occident.

Louis-René Nougier,
Maître de conférences
à la Faculté des Lettres de Toulouse.

L'AVENIR DU TITANE

Un très important effort est demandé par le gouvernement des États-Unis pour le développement de la production et de la métallurgie du titane. Le but proposé à l'industrie américaine est une production s'élevant progressivement pour atteindre vingt mille tonnes annuelles en 1956. Le programme proposé précédemment était de 50 pour 100 inférieur à ce tonnage.

Des recherches très actives sont poursuivies aux États-Unis par de nombreuses sociétés en vue de l'amélioration des techniques de production et la réduction des prix de revient. Ces travaux sont subventionnés par le gouvernement; une aide importante du trésor public sera nécessaire pour la réalisation du programme envisagé.

Ce sont essentiellement les propriétés de résistance à la corrosion et de faible densité qui sont à l'origine des fortes demandes de titane par les industries de l'aviation civile et militaire, par les chantiers maritimes et par les usines chimiques.

L'avenir du titane est des plus prometteurs; ses minerais sont abondants; on peut être assuré que les efforts pour l'amélioration de la technique de son élaboration seront couronnées de succès comme elles l'ont été pour l'aluminium.

LES PLANÈTES LOINTAINES

Au déclin du XVIIIe siècle les limites connues du système solaire restaient encore ce qu'elles avaient été pour les anciens, c'est-à-dire tracées par l'orbite de Saturne, et il semblait bien que cet ordre de choses fût définitif. Du reste les sept corps errants qui en constituaient l'ensemble, et où le Soleil, depuis Copernic et Galilée, avait été remplacé par notre Terre réduite au rang de simple planète, satisfaisaient les esprits toujours enclins à la superstition, en justifiant les vertus bénéfiques attribuées de toute antiquité au nombre 7.

Cependant aujourd'hui, avec la découverte de Pluton, intervenue il y a quelque vingt ans, les dimensions du domaine solaire se voient quadruplées par rapport à cette frontière réputée intangible; et le cortège des grosses planètes, depuis un siècle et demi, s'est accru de trois nouvelles situées au delà : Uranus d'abord, puis Neptune et enfin Pluton. Ce sont ces « planètes lointaines » qui font l'objet du présent exposé. Toutes les trois, en raison de leurs distances, et en dépit des dimensions notables de deux d'entre elles, sont invisibles sans le secours d'instruments appropriés, et leur existence ne fut pas soupçonnée par Newton lui-même.

Aussi leurs découvertes ont-elles successivement marqué comme des événements considérables en astronomie. Cependant il ne semble pas que ce fût celle de Pluton, la dernière venue et la plus éloignée, qui ait causé le plus de surprise, encore que sa réalisation se fût fait attendre et ait rencontré les plus grandes difficultés. En effet, depuis longtemps se posait la question de la « planète transneptunienne » et son existence avait été pressentie avec une quasi-certitude par diverses voies.

Uranus. — La découverte d'Uranus, le 13 mars 1781, fut par contre un événement sensationnel par la surprise qu'il causa, et dont la portée dépassa le cadre de l'astronomie en bouleversant les idées acquises. On sait qu'elle fut le fait d'un amateur jusqu'alors inconnu, dont le nom allait devenir illustre, et que ses travaux ultérieurs allaient consacrer comme le plus grand observateur des temps modernes et le fondateur de cette branche nouvelle si féconde, de l'astronomie qui est devenue l'astrophysique : William Herschell.

Fig. 1. — *William Herschell.*
(*Dessin de* J. Russel).

C'est à Bath, près de Londres, qu'Herschell, observant à l'aide d'un télescope construit par lui, rencontra dans la constellation des Gémeaux, un astre d'aspect insolite dont, les jours suivants, il constata le déplacement par rapport aux étoiles voisines. Loin de penser à une nouvelle planète, tant cette idée eût paru révolutionnaire, c'est comme comète qu'il en annonça la découverte. Ce n'est que quelques mois plus tard, lorsque les éléments de l'orbite du nouvel astre furent enfin établis, qu'il fallut se rendre à l'évidence : le système solaire comptait un membre de plus et, du même coup, ses dimensions se trouvaient doublées. La distance au Soleil de la nouvelle planète, qui, après bien des discussions, reçut le nom du plus ancien des dieux, s'établit à 19 fois la distance de la Terre au Soleil, alors que celle de Saturne n'est que de 9,5 fois cette même unité, d'après les déterminations les plus récentes.

Uranus décrit autour du Soleil une orbite elliptique d'excentricité assez marquée, qu'il parcourt en 84 ans. Il a donc tout juste effectué deux révolutions depuis sa découverte, étant repassé le 31 mars 1948 au même point du ciel où il se trouvait le 13 mars 1781, non loin de la petite étoile qui porte le numéro 132 de la constellation du Taureau. Quoique à la limite de la visibilité pour nous autres Terriens, sous l'aspect d'une étoile de 6e grandeur, dans les meilleures conditions de rapprochement, son volume surpasse 63 fois celui de notre Terre, avec un diamètre de 50 000 km. C'est donc une des plus grosses planètes, quoique encore loin d'égaler le géant Jupiter. Cependant, à plus de 2 800 millions de kilomètres, Uranus ne montre dans nos télescopes qu'un petit disque de moins de 4 s d'arc de diamètre.

Neptune. — Soixante-cinq ans plus tard, le 23 septembre 1846, le Soleil voyait son domaine de nouveau considérablement agrandi par l'adjonction d'un nouveau corps planétaire, qui devait recevoir le nom du dieu des mers. Cette fois les circonstances de la découverte furent bien différentes.

On n'avait pas tardé à constater que le mouvement d'Uranus n'obéissait pas rigoureusement aux exigences de la loi de la gravitation énoncée au siècle précédent par Newton et vérifiée maintes fois depuis lors. Ses positions s'écartaient progressivement de l'orbite tracée par celle-ci et l'écart atteignait 2 mn en 1845. L'opinion générale fut que ces perturbations étaient dues à l'action d'un corps céleste resté inconnu. En 1842, l'Académie des Sciences de Gœttingen fondait un prix pour récompenser l'astronome qui résoudrait le problème. En France, Arago, alors directeur de l'Observatoire, chargea de cette recherche un jeune savant, Le Verrier, qui, au bout d'un an de calculs, annonça la position de la planète perturbatrice, en même temps que ses éléments. Le 23 septembre 1846, l'astronome allemand Galle, de l'Observatoire royal de Berlin, s'aidant de cartes très complètes de la région du ciel à explorer qui venaient à peine d'être publiées en Allemagne, trouva, dès le premier soir, l'astre recherché à moins de un degré de l'endroit indiqué (moins de deux diamètres lunaires). C'était un éclatant succès pour l'astronome français; mais aussi pour cette nouvelle branche de l'astronomie, la Mécanique céleste, dont le génie de Newton avait posé les fondements.

En même temps que Le Verrier en France, en Angleterre un jeune étudiant de l'Université de Cambridge, John Adams, avait, par des méthodes analogues, abordé le même problème, et avait finalement donné sur l'astre recherché un calcul non moins exact. Malheureusement pour lui, les résultats n'en furent publiés que trop tardivement pour lui assurer la gloire de la découverte.

Pour servir de base à ses calculs, Le Verrier avait utilisé les données de la loi empirique de Bode, qui fixe les distances relatives des corps du système solaire. Cette loi donnait pour

Fig. 2. — *Portrait de Le Verrier, par Daverdoing (1846).*
(Observatoire de Paris).

la planète hypothétique le nombre de 38,8 unités astronomiques. Or cette distance n'est en réalité que de 30. Il résulte de là que l'orbite réelle de Neptune est quelque peu différente de celle de Le Verrier. Par chance les erreurs sur la distance et la masse supposées se compensaient, si bien qu'on doit admettre que, si le hasard est encore intervenu dans cette sensationnelle découverte, c'est dans une proporiion notablement moindre que pour Uranus. La même remarque est à faire pour l'orbite calculée par Adams, et ne diminue en rien du reste, la valeur du travail, ni le génie de l'un et l'autre calculateurs. En l'absence de tout élément connu, il était nécessaire de poser certaines hypothèses.

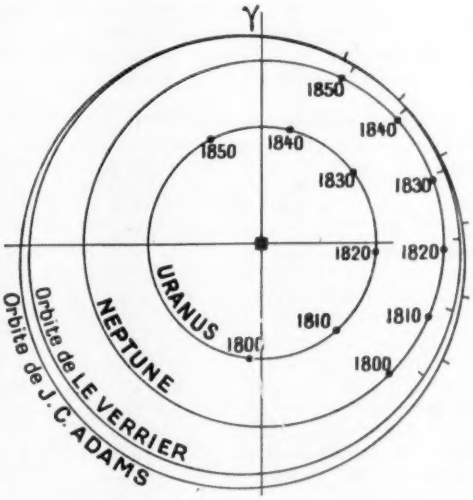

Fig. 3. — *Positions réelles et calculées de Neptune.*
Orbite de la planète troublante suivant les prédictions de J.-C. Adams et de Le Verrier. Noter la proximité des positions calculées et des positions réelles vers l'époque de la conjonction de Neptune et d'Uranus (1821).
(Figures 1 à 3 obligeamment communiquées par l'Observatoire de Paris).

Neptune se meut à une distance moyenne du Soleil de 4 milliards et demi de kilomètres, sur une orbite presque circulaire qu'il met 164 ans à parcourir. Son éclat, vu de la Terre, est celui d'une étoile de 8e grandeur. Une bonne lunette est donc déjà nécessaire pour l'apercevoir. Il apparaît alors avec un petit disque de 2,5 s de diamètre apparent, malgré son volume, qui égale 78 fois celui de la Terre; c'est la planète la plus grosse de notre système après Jupiter et Saturne. Situé au moment de sa découverte en 1846 dans la Constellation du Capricorne, près de l'étoile δ de cette constellation, il est observable actuellement dans celle de la Vierge, un peu au nord de l'*Épi*, belle étoile de 1re grandeur.

Pluton. — Au lendemain de sa découverte Le Verrier n'écrivait-il pas lui-même : « Ce succès doit nous laisser espérer qu'après trente ou quarante années d'observations de la nouvelle planète, on pourra l'employer à son tour à la découverte de celle qui la suit dans l'ordre des distances au Soleil ». Ce fut l'opinion unanime dans le monde astronomique et, du reste, l'existence d'une, et même de plusieurs planètes transneptuniennes, était rapidement pressentie par d'autres considérations.

En 1879, Flammarion publie cette remarque que, parmi les comètes périodiques connues à cette époque, il était possible de reconnaître des groupes de ces astres selon que leur aphélie était situé à proximité de telle ou telle orbite planétaire. De là, la théorie de la capture des comètes qui fut, dans la suite, très poussée par Schuloff. Flammarion constate que deux comètes avaient dû être introduites dans le système solaire par l'action d'Uranus, sept par Neptune, dont la célèbre comète de Halley, et deux autres par la planète extérieure à Neptune, dont la troisième comète de 1862 qui, par sa désagrégation, avait donné naissance à l'essaim d'étoiles filantes observables chaque année vers le 10 août, sous le nom de Perséides. Par ces considérations la distance de la planète inconnue s'établissait autour de la valeur 48. Les travaux de Schuloff à Paris en fixaient deux autres vers les distances 70 et 150. Forbes à Edimbourg, Grigull en Allemagne exploitent la même hypothèse.

Cependant les effets de la planète hypothétique la plus proche furent longs à apparaître, en tant que perturbations dans le mouvement de Neptune; en 1919 la déviation constatée s'élevait à peine à plus de 2 s. Ce furent donc celles qui affectaient Uranus, compte tenu de l'action de Neptune, qui furent une fois encore, mises en œuvre par les calculateurs tels que Gaillot en France, Hans Lau au Danemark et Percival Lowell en Amérique.

En 1915, ce dernier, après un travail de mécanique céleste analogue à celui de Le Verrier, donnait les éléments et la position de la planète perturbatrice. Quelques années après, en 1919, William Pickering, autre Américain, ayant utilisé cette fois les écarts constatés dans les positions de Neptune, faisait connaître à son tour, en bon accord avec Lowell, les positions de la nouvelle planète. Par un curieux hasard, comme Uranus au moment de sa découverte, elle se situait dans les Gémeaux.

Il semble qu'à ce moment, il eût suffi de diriger un instrument vers le point du ciel indiqué, ainsi que l'avait fait Galle pour Neptune; ou mieux encore, de photographier cette région du ciel à quelque temps d'intervalle et de rechercher sur les clichés celui des astres qui s'était déplacé. Dans la pratique, l'une et l'autre méthode présentaient des difficultés considérables, tant à cause du très faible éclat de l'astre à identifier que de l'extrême lenteur de son mouvement apparent. Ce n'est qu'en 1930, le 12 mars, que le résultat fut acquis. Il le fut, par la méthode photographique, à l'Observatoire Lowell, à Flagstaff (Arizona) à l'aide d'un instrument spécialement affecté à cette recherche. L'heureux découvreur était un jeune assistant entré à l'Observatoire Lowell un an auparavant après avoir

été garçon de ferme, Clyde-W. Tombaugh, dont le programme de travail était cette recherche même.

Le nouvel astre se trouvait près de l'étoile *Delta* de la constellation des Gémeaux, à 4 degrés de distance en longitude du lieu prévu par Lowell. Cette différence donna tout d'abord à penser à certains astronomes qu'il s'agissait là d'une découverte due à un simple hasard, et une polémique s'institua à ce sujet, ainsi qu'il en avait été après la découverte de Neptune. Après G. Silva, directeur de l'Observatoire de Padoue, et d'autres qui ont étudié avec soin le travail de Lowell, la brillante thèse de doctorat soutenue en 1941 par V. Kourganoff, astronome à l'Observatoire de Paris, a définitivement fait justice de ces critiques et restitué à Percival Lowell toute la gloire de cette conquête, en y associant William Pickering, dont les travaux sont non moins méritoires.

Pluton, — c'est le nom donné au nouveau venu —, recule à 39,5 unités astronomiques les frontières connues du système

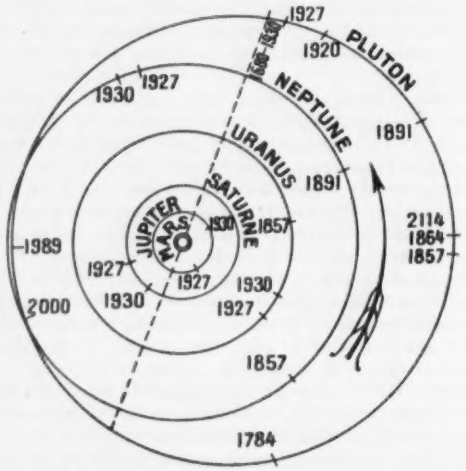

Fig. 4. — *Orbite de Pluton par rapport aux autres planètes.*
Ces orbites ayant été représentées projetées sur le plan de l'écliptique, l'intersection de celles de Pluton et de Neptune n'est qu'apparente ; en réalité, les deux planètes restent très loin l'une de l'autre.
(D'après *L'Annuaire astronomique Camille Flammarion*).

solaire, soit à 5 920 millions de kilomètres de distance moyenne. Mais, en raison de la très grande excentricité de son orbite, soit 0,24852, cette distance peut varier de plus de 2 900 millions de kilomètres. La durée de sa révolution est de 247 ans. Vu de la Terre, il apparaît dans un puissant télescope, comme une très faible étoile de 15e grandeur et ne peut guère être suivi utilement que par la photographie. Il se trouve actuellement dans la constellation du Lion, dans les parages de l'étoile *Gamma* de cette constellation et se rapproche lentement du Soleil. D'après G. P. Kuiper, qui a mesuré son diamètre apparent à l'aide du télescope géant du Mont Palomar, son volume n'atteint pas la moitié de celui de notre globe, et se place, en valeur, entre celui de Mercure et celui de Mars. Pluton est donc loin d'être un astre aussi imposant qu'Uranus et Neptune. Sa masse est aussi très sensiblement inférieure à celle de la Terre. N'est-il pas remarquable, cependant, qu'un corps céleste, aussi peu considérable puisse introduire dans le mouvement de ses lointains et puissants voisins, des écarts si peu négligeables qu'ils ont permis d'en déceler la source ?

État physique et satellites. — On ne peut évidemment s'attendre à voir réunies avant quelque temps des informations sur l'état de la surface de Pluton, dont la température doit être voisine du zéro absolu. On ignore encore s'il possède une atmosphère et s'il est accompagnée de satellites. Sur les caractères physiques d'Uranus et de Neptune, malgré leur éloignement et la faiblesse de leur diamètre apparent, on est un peu mieux renseigné, grâce surtout à la spectroscopie. On sait que l'une et l'autre sont entourées d'une atmosphère contenant une forte proportion de méthane, et que la température à leur surface s'établit dans les parages de — 200° C. Quelques observateurs munis de puissants instruments, — dont nous-même en 1914 —, ont pu déceler, sur le disque de chacune d'elles, des irrégularités de teintes qui rappellent les bandes de Jupiter et de Saturne. On connaît leur durée de rotation : pour Uranus 10 h 42 mn, pour Neptune 15 h 48 mn. On sait enfin que leur matière est très légère, leur densité étant à peine supérieure à celle de l'eau, alors que celle de notre globe est 5 fois et demie supérieure.

Uranus est accompagné d'un important cortège de satellites. Jusqu'à ces toutes dernières années, on en connaissait quatre, dont deux, Titania et Obéron, avaient été découverts par Herschell lui-même en 1787, et les deux autres, Ariel et Umbriel, par l'Anglais Lassell en 1851. Ces quatre lunes présentent une particularité unique dans le système solaire, celle d'effectuer leur révolution dans un plan presque perpendiculaire à l'écliptique, et d'un mouvement rétrograde. C'est du reste, dans des conditions analogues d'inclinaison de son axe que la planète centrale tourne sur elle-même.

A ces quatre satellites, déjà très difficiles à observer visuellement, est venu s'en adjoindre un cinquième, Miranda, découvert photographiquement par G. Kuiper, déjà nommé, et plus proche d'Uranus que les quatre autres, sa révolution ne durant que 34 h. Vu d'ici, c'est un astre infime, de 19e grandeur, quarante fois moins lumineux que ses devanciers.

Comme compagnons, Neptune est moins bien partagé : jusqu'en 1949 on ne lui connaissait qu'un satellite, Triton, dont la découverte en 1846 par Lassell avait suivi de près celle de la planète elle-même. C'est un des corps secondaires du système solaire les plus volumineux, égalant la planète Mercure. Le 1er mai 1949, G. Kuiper, toujours par les voies photographiques, adjoignait au système de Neptune un nouveau corps, trouvé à l'Observatoire Mac Donald, dans le Texas, à l'aide du même instrument avec lequel il avait reconnu l'existence de Miranda : Néréide, d'éclat plus faible encore que Miranda, qui gravite fort loin de la planète centrale, puisque sa durée de révolution est sensiblement d'une année.

Le système solaire vu de Pluton. — Parvenus avec Pluton, aux confins provisoires de notre univers local, jetons un regard en arrière. Une puissante étoile de magnitude stellaire — 18,5, et sans disque apparent, est le nouvel aspect sous lequel se présente le Soleil pour nos yeux de Terriens. Sa lumière affaiblie 1 500 fois enveloppe toutes choses de demi-ténèbres, dont peut donner une idée la clarté qui subsiste aux dernières secondes, à l'approche de la phase ultime d'une éclipse totale. Toutes les planètes ont pris rang de *planètes inférieures*, oscillant d'un mouvement pendulaire de part et d'autre de l'astre central, chacune selon la durée de son année propre. Mais la Terre est devenue depuis longtemps invisible, de même que Mars et, à plus forte raison, Vénus et Mercure, Jupiter lui-même, dont l'éclat est réduit de 6 grandeurs, n'est plus que difficilement observable à ses élongations les plus favorables, qui ne dépassent pas 7°5. Laissant de côté Neptune, dont le mouvement apparent est très complexe et présente des particularités uniques dans le système solaire, Saturne reste la seule planète qui fasse encore bonne figure, comme étoile de 3e grandeur lors de ses élongations à la distance de 13°5 du Soleil. Car Uranus, dans les meilleures conditions, est encore plus difficilement visible que de la Terre, n'étant plus qu'un astre télescopique de 8e grandeur.

Tournons maintenant nos regards du côté opposé : c'est l'abîme plein d'inconnu des espaces interstellaires, l'étoile la plus proche, alpha Centaure, gisant à la distance inconcevable de 270 000 unités astronomiques : 270 000 fois celle qui nous sépare du Soleil, soit 4 années-lumière.

Contrairement à l'opinion qui avait cours naguère encore, ces espaces ne représentent pas le vide absolu. Les conquêtes de l'astrophysique en ces dernières années nous ont appris que, outre les substances quasi impondérables qui constituent les nuages absorbants révélés par les galaxies lointaines, une poussière cosmique de matériaux solides y est répandue, dont la densité d'ensemble est à la vérité excessivement faible, mais non négligeable. D'où proviennent ces matériaux ? Pour une bonne part, sans doute, des désagrégations cométaires. On peut penser qu'il en est de toutes tailles, depuis le plus minuscule grain de poussière jusqu'à des blocs pouvant faire figure d'astéroïdes; peut-être même certains d'entre eux peuvent-ils prétendre à la dignité de planètes ! Il convient de remarquer, du reste, que l'excentricité de l'orbite de Pluton et sa forte inclinaison de 17° sur l'écliptique tendent à l'apparenter aussi aux comètes, plusieurs de celles-ci, parmi les comètes périodiques connues, présentant une excentricité inférieure à la sienne (1).

Quoi qu'il en soit, les comètes à longue période nous enseignent que l'attraction solaire, bien que diminuée dans la proportion du carré des distances, continue à régir tous les corps jusqu'à des profondeurs indéfinies de l'espace. Certaines nous en reviennent fidèlement, que l'on n'attendait plus, telle cette seconde comète de 1788, découverte par Caroline Herschell, la sœur de l'illustre astronome, et qui fut retrouvée en 1939 par l'amateur français Roger Rigollet. Son aphélie se situe à la distance 57 et sa période de révolution est de 156 ans. D'autres nous en arrivent, passagères éphémères, sans doute en route depuis des siècles, sous l'impulsion de la force subtile qui les attire dans nos parages.

Nous avons vu que certaines comètes ont laissé entrevoir l'existence de corps planétaires transplutoniens. Cette hypothèse est très vraisemblable, et nous sommes fondés à considérer que le domaine de notre Soleil ne comporte pas de bornes réelles. Mais quel sera le Le Verrier de ces planètes extra-lointaines ? La méthode des perturbations, à ces distances, semble devoir rester inopérante, ou du moins, nécessiter des observations poursuivies pendant des générations. Cependant qui peut prévoir jusqu'où se seront perfectionnés les moyens d'investigation, appareils et méthodes, des astronomes futurs ?

G. Fournier.

1. Donnons comme exemples, la Comète 1925 II, dont l'excentricité est seulement de 0,135, et l'inclinaison de 9° ; et la Comète Oterma, 1942 VII : excentricité 0,147, inclinaison 4 degrés. Les attributs spectaculaires des comètes, queue et chevelure, n'ont qu'une importance secondaire quand il s'agit de caractériser la nature de ces astres.

La fièvre aphteuse

La fièvre aphteuse est une affection contagieuse qui atteint surtout les bovidés, mais aussi les moutons, les chèvres, les porcs. Elle débute par de la fièvre, suivie après quelques jours par l'éruption de vésicules (aphtes) dans la bouche, aux mamelles et aux onglons. Ces vésicules crèvent, s'ulcèrent, s'infectent souvent, provoquant des suppurations, des phlegmons, des myocardites, un amaigrissement qui peut devenir extrême et des troubles de toutes les fonctions. L'animal boîte puis ne peut plus marcher ni se tenir debout; les vaches pleines avortent; le lait des mères diminue; les veaux se contaminent et ne tètent plus. Parfois, la mortalité devient considérable et ruine les élevages; plus souvent, elle est faible, les bêtes atteintes guérissent et l'épidémie s'éteint spontanément, peu à peu.

L'homme est peu sensible, mais on a signalé des contagions directes, non par la viande, mais par le lait et les fromages.

La maladie étant transmissible, on a recherché le microbe causal sans le trouver. C'est un germe invisible, un virus abondant dans les vésicules. Il est très actif, mais peu résistant; la chaleur, la lumière, la dessiccation, les antiseptiques le détruisent. En ces dernières années, on avait distingué par diverses réactions sérologiques deux variétés dénommées A et O. Chaque variété peut immuniser contre les accidents qu'elle provoque; elle est inefficace contre l'autre. Chaque épidémie semble avoir sa variété propre et chaque pays un type dominant. L'épidémie européenne des deux dernières années a singulièrement compliqué le problème : on a reconnu un nouveau virus nommé C et de nombreux intermédiaires, A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6, O_2, O_3. Tandis qu'A_5 est très virulent, A_4 est quasi-inoffensif. Dans un même foyer d'infection, on voit apparaître simultanément ou successivement plusieurs variantes, la même disparaître puis reparaître, et cela fait comprendre les incertitudes actuelles sur l'efficacité des divers moyens proposés pour la prévention ou le traitement.

En France, la fièvre aphteuse est endémique et sporadique, mais elle se maintient sans grande agressivité, sauf certaines années d'épidémies. Les dernières avaient été 1920 et 1938. Depuis 1951, une redoutable épizootie a sévi sur toute l'Europe occidentale. Elle débuta en janvier 1951 en Allemagne, par des foyers dispersés qui ne s'étendaient guère et même commençaient à régresser quand, en juin, la contagion partie du Schleswig-Holstein gagna toute l'Allemagne, atteignit la Belgique le 8 septembre, le Luxembourg, le Danemark, la Suède en fin septembre, la Suisse et l'Italie en octobre, l'Autriche et l'Angleterre en novembre, la France en décembre. Une autre vague partie de Hollande s'y ajouta. Seules restèrent indemnes la Finlande, l'Irlande, la Hongrie et la Norvège.

En France, le nombre moyen des foyers déclarés infectés : 3 150 répartis en 650 communes, passa à 20 000 en mai 1952 et à 200 000 en août; il a régressé en octobre à 58 000 répartis en 5 000 communes. On a estimé que 3 500 000 bovins, 900 000 ovins, 900 000 porcins furent atteints. On conçoit l'inquiétude croissante des milieux agricoles devant une telle menace, l'émotion qui gagna tout le pays, d'autant plus que les virus s'avéraient bien plus complexes que tout ce qu'on savait et les moyens de lutte insuffisants. Le gouvernement, très occupé par la politique financière, négligea peut-être d'intervenir rapidement, malgré les pertes ainsi causées au capital que représente le cheptel, et l'Académie d'Agriculture ne fut même pas consultée. Ce n'est qu'en novembre 1952 qu'on y entendit parler de la fièvre aphteuse dans un remarquable exposé de M. Bressou, directeur de l'École nationale vétérinaire d'Alfort, auquel nous empruntons nombre des renseignements rassemblés ici (1).

Les moyens de lutte dont on dispose sont nombreux.

1. C. Bressou. L'épizootie actuelle de fièvre aphteuse. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*, t. XXXVIII, 1952, p. 669-674.

Tout d'abord, la fièvre aphteuse figure parmi les maladies contagieuses auxquelles s'appliquent les mesures de police sanitaire imposées par la loi : déclaration à la mairie, isolement immédiat des animaux malades, interdiction de leur circulation, transport, exposition aux foires et marchés, vente, mise en interdit du territoire infecté, désinfection des locaux à la soude. Malheureusement, toutes ces obligations ne sont guère respectées en France, non plus que dans beaucoup d'autres pays. On y fait plus confiance à la thérapeutique qu'à l'astreinte.

Cependant on commence à savoir combien les virus sont résistants et diffusibles. Ils se transmettent non seulement par les animaux malades, mais par les porteurs de germes guéris ou immunisés et même parfois par les bêtes qui ont servi à la préparation de sérums. On a retrouvé les virus dans les fourrages, la paille, les emballages et même sur certains légumes.

L'Office international des épizooties, réunissant les délégués de seize nations, a proposé à Berne, en novembre 1951, une action encore plus énergique : l'abatage obligatoire de tous les animaux malades. La Grande-Bretagne, la Suisse, la Suède, la Norvège, qui s'y sont soumises, ont évité ou jugulé l'épidémie. La Suisse punit d'une amende de 2 000 francs suisses (200 000 francs français) et de quelques mois de prison la non-déclaration. La Grande-Bretagne a versé trois milliards de francs d'indemnités aux propriétaires d'animaux abattus. En France, le coût des vaccinations a dû atteindre la même somme et les pertes d'animaux représentent quelque cent autres milliards; l'épidémie s'y est cependant maintenue et reste encore menaçante. On a préféré à la stricte discipline collective des moyens de prophylaxie et de thérapeutique médicale.

On a essayé d'immuniser les animaux par inoculation du sérum d'autres animaux convalescents; on en avait obtenu de bons résultats pendant l'épidémie de 1938; on a recommencé avec succès, mais la récolte et la préparation du sérum sont des opérations laborieuses et délicates qui limitent son emploi.

Un vaccin est fabriqué en faisant agir le formol sur du virus aphteux adsorbé sur alumine; on l'obtient en petites quantités et on essaie actuellement d'augmenter sa production en cultivant le virus *in vitro*. Des vaccins du même type ont été importés de l'étranger. Un autre vaccin part d'un virus obtenu différemment; il est actuellement en expérience. Un troisième, proposé en août dernier, part d'un virus cultivé sur embryomes.

On a beaucoup discuté de la valeur de ces vaccins. Certes, ils semblent avoir atténué la gravité des infections, mais sans arrêter l'épidémie. On les voudrait polyvalents, actifs contre toutes les variétés de virus, préparés à partir de souches sélectionnées, d'une préparation plus facile et plus rapide. On désirerait aussi que l'immunité vaccinale s'établisse en moins de quinze jours et dure plus de six mois. Il y a donc encore bien des recherches à poursuivre et des progrès à réaliser.

On a également essayé tout l'arsenal thérapeutique actuel pour hâter la cicatrisation des aphtes, éviter les séquelles et les complications. Sulfamides, antibiotiques, toni-cardiaques ont réussi, sans atteindre, semble-t-il, l'agent causal. Beaucoup d'autres remèdes soi-disant spécifiques ont été offerts, dont certains d'un tel charlatanisme que les conférences sanitaires récentes ont toutes demandé leur interdiction jusqu'à preuve officielle de leur efficacité.

Enfin, ici et là, on a donné aux animaux malades une solution de chlorure de magnésium en ingestions répétées et on a rapporté d'heureux résultats de ce traitement quand il est appliqué dès le début de l'hyperthermie.

Tel est l'état de nos moyens de lutte contre la calamité qu'est la fièvre aphteuse. Espérons que l'épidémie actuelle ne se réveillera pas au printemps prochain. Mais sachons que nous en verrons d'autres puisque constamment des lieux infectés subsistent, des îlots contaminés se maintiennent, des animaux entretiennent des sources de virus. Puissent la connaissance des virus progresser et les recherches se poursuivre pour parfaire notre défense, éviter à l'avenir l'obligation de l'abatage, la tentation de s'y soustraire et finalement faire disparaître cette maladie comme tant d'autres qu'on a finalement vaincues et même oubliées.

DANIEL CLAUDE.

La leucite, engrais potassique naturel

La leucite est une roche feldspathoïde naturelle constituée essentiellement par un silicate d'aluminium et de potassium : K_2O, Al_2O_3, $4SiO_2$. Elle contient théoriquement 21,5 pour 100 de potasse K_2O, 23,5 pour 100 d'alumine et 55 pour 100 de silice. On la rencontre uniquement dans les roches éruptives et spécialement dans les sols volcaniques de surface. Elle est abondante dans les anciennes laves du Vésuve et dans les laves du Capo di Bove près de Rome. On la trouve également dans les roches éruptives de l'Eiffel et du Kaiserstuhl dans le duché de Bade.

La leucite, riche en potasse, est décomposée par les acides forts et par les alcalis. On peut préparer ainsi des sels solubles de potasse utilisables comme engrais. Les prix de revient relativement élevés ne permettent pas de concurrencer les gisements naturels de potasse ; toutefois, des travaux récents, rapportés par *Rassegna chimica*, ont montré que l'emploi de la leucite comme engrais donne des résultats intéressants quand elle est utilisée après un broyage très poussé.

Les régions volcaniques de l'Italie sont riches en leucite : on a avancé le chiffre de cent milliards de tonnes de réserves possibles. On peut séparer par des moyens mécaniques la leucite des pouzzolanes et des phonolithes qui l'accompagnent dans les roches éruptives et on obtient alors un produit enrichi tenant 18 pour 100 de potasse et 23 pour 100 d'alumine. Finement broyé, il libère lentement un sel de potasse soluble sous l'action de l'anhydride carbonique de l'air. Cet engrais naturel pourrait réduire une bonne part des importations de l'agriculture italienne.

Le pousse-pousse à moteur

Les anciennes usines d'aviation Messerschmidt, à Bad-Homburg, viennent de sortir les premiers « Kikscha à moteur ». Ce sont des véhicules tricycles et triplaces où le chauffeur est placé derrière ses deux clients. La propulsion est assurée par un moteur de 150 cm³ à deux temps, d'une puissance effective 6,5 ch. Un sélecteur au pied commande un changement de quatre vitesses. La vitesse moyenne est de 55 km/h. Ce pousse-pousse moderne destiné à l'exportation vers l'Asie et l'Afrique trouvera aussi une utilisation dans les villes d'eau allemandes.

Un nouvel alliage poreux

Un nouvel alliage poreux, contenant 15 pour 100 de cobalt, 20 pour 100 de chrome, 15 pour 100 de tungstène et 10 pour 100 de nickel, est employé comme acier inoxydable pour la fabrication des filtres à liquides. Cet alliage, qui supporte des températures jusqu'à 550° C., résiste à la corrosion et peut être utilisé avec l'acide chlorhydrique, le chlore mouillé et l'acide nitrique anhydre ; il présente en outre une résistance à la traction élevée et une bonne ductilité et peut être facilement laminé et soudé pour façonner des éléments de formes diverses.

Rhénium et technecium

Le rhénium est un élément très rare et très dispersé dans la croûte terrestre. Il correspondait à une case restée vide dans la classification périodique de Mendeleef jusqu'en 1925, lorsqu'il fut découvert par W. Noddack, Ida Tacke et O. Berg à l'aide du spectre d'émission de rayons X dans divers minerais de platine, de tantale, de niobium et de tungstène. Un an plus tard, Campbel parvint à l'isoler d'une molybdénite qui le contenait à très faible teneur. Le produit obtenu était limité à un précipité impur de deux centigrammes ne contenant que 5 pour 100 de rhénium. Ce n'est que trois ans plus tard que l'on obtint deux décigrammes de métal pur. Depuis, la production s'est beaucoup accrue.

La dispersion cosmique du rhénium est telle qu'il a été impossible d'en déceler les raies caractéristiques dans le spectre solaire. On estime que la teneur moyenne des roches magmatiques ne dépasse pas un milliardième; elle est encore plus réduite dans les roches sédimentaiers. On observe des concentrations de rhénium à très faible teneur dans divers minéraux, mais on ne connaît aucune espèce minéralogique spécifique de cet élément. Ces concentrations ont été observées dans les métaux de la mine du platine, dans des chromites, des colombotantalites, des zircons, la gadolinite, mais ce sont les molybdénites qui en renferment les plus grandes quantités. On attribue ce fait à l'isomorphisme des sulfures de molybdène et de rhénium et à la similitude ionique de Mo^{4+} et R^{4+}. Les teneurs moyennes sont de l'ordre de 2 à 20 par million. Des concentrés de molybdénite en provenance de la Caroline du Nord ont atteint 90 par million. La plus haute teneur en rhénium a été trouvée dans une molybdénite de Lainejaur en Suède, où elle atteignait 0,25 pour 100.

Ce sont les minerais de molybdène qui fournissent actuellement le rhénium commercial. Ce corps se concentre dans les poussières résultant du grillage des molybdénites. Elles peuvent contenir jusqu'à 3 pour 100 de rhénium.

Le rhénium peut être obtenu par électrolyse mais il est préférable de le préparer sous forme de poudre en réduisant par l'hydrogène l'heptasulfure de rhénium. La seule impureté du métal ainsi préparé est limitée à des traces de soufre.

Le rhénium appartient au septième groupe de la classification périodique qui comprend trois métaux seulement : le manganèse, le technecium et le rhénium. C'est un métal lourd, de densité 21,4, son point de fusion (3 440° C) est plus élevé que celui du tungstène. Il est blanc argent, susceptible de prendre un haut degré de poli. Il est dur et cependant ductile et malléable. Son pouvoir émissif électronique élevé le rend précieux pour les tubes à haut vide. Une propriété spécifique du rhénium est son insensibilité presque totale à l'action de l'acide fluorhydrique.

Le rhénium donne des rhénates ReO_4K_2 et des perrhénates ReO_4K analogues aux manganates et aux permanganates, confirmant sa parenté chimique avec le manganèse. La saturation par l'hydrogène sulfuré d'une solution chaude de perrhénate de potasium fournit l'heptasulfure de rhénium utilisé pour la préparation du métal. L'oxyde jaune de rhénium Re_2O_7 correspondant aux perrhénates est stable. Il distille sans décomposition contrairement à l'oxyde de manganèse Mn_2O_7 instable.

Les composés volatils du rhénium colorent les flammes en vert. Cette faculté de volatilité de certains composés a été utilisée pour la séparation d'un élément du même groupe de la classification périodique : le technecium. Celui-ci avait été décelé par des méthodes spectrographiques dans certains minerais et dénommé masurium. Il est devenu le technecium (du grec « tekhnetos » : artificiel) pour rappeler qu'il s'agit du premier élément réalisé artificiellement. Il est obtenu par bombardement du molybdène par des deutons. Pour le séparer des autres produits de cette réaction nucléaire, on a utilisé la propriété que possède le rhénium de l'entraîner dans certaines conditions. L'opération décrite par L. E. Glendenin est basée sur la distillation en présence d'acide sulfurique du technecium impur additionné d'un perrhénate. Le rhénium passe dans le distillat entraînant quantativement le technecium. Le rhénium est ensuite éliminé par précipitation sous forme de perrhénate de tétraphénylarsine.

Les propriétés biochimiques du rhénium sont peu connues. Son poids atomique très élevé, 186,31, et sa haute densité l'apparentent aux métaux doués de propriétés histolytiques sur les formations malignes, et ont incité Fournier (de Saint-Sever) à l'utiliser sous forme de perrhénate de sodium dans le traitement des cancers. Les résultats cliniques qu'il a obtenus ainsi que d'autres observateurs dans quelques cas de localisations malignes auraient montré au niveau des tumeurs une action lytique limitée. Cette action demande évidemment à être confirmée par une expérimentation plus étendue.

Lucien Perruche,
Docteur de l'Université de Paris.

Après les lapins, les dingos inquiètent les Australiens

Un Australien, Thomas Austin, introduisit en 1859 deux douzaines de lapins pour peupler sa propriété en vue de la chasse. Comme on le sait, ces animaux se développèrent avec une rapidité inattendue. Six ans plus tard, vingt mille lapins avaient été détruits au fusil et on estimait que dix mille restaient encore, ravageant la propriété. Partant de là, les lapins envahirent rapidement tout le continent australien.

On estimait récemment qu'ils consommaient une quantité d'herbe suffisante pour nourrir quarante millions de moutons. Ils proliféraient malgré les chiens sauvages, les oiseaux de proie, les belettes, les serpents, et aussi malgré les moyens de destruction employés par les hommes, les pièges, le poison et le bouleversement des terriers avec des bull-dozers.

Des résultats plus satisfaisants ont enfin été obtenus par l'emploi d'un virus, le *Myxomatosis*, qui cause des troubles pulmonaires mortels aux lapins. Il est inoffensif pour les hommes et les animaux de ferme. Ce sont les moustiques qui sont les principaux auxiliaires de la diffusion du virus. On estime que trois cent millions de lapins ont été détruits déjà.

En contre-partie des résultats obtenus dans la destruction de ces rongeurs, les chiens sauvages australiens, les dingos, constituent maintenant un danger pour les élevages de moutons, notamment au Queensland. Le président du Bureau de coordination du Queensland a déclaré à ce sujet que la nourriture normale des dingos, les lapins, avait été décimée par le myxomatosis, ce qui poussait les chiens sauvages à se répandre par milliers sur tout le pays pour assurer leur subsistance.

Pour détruire les dingos, 1 500 000 appâts empoisonnés vont être répandus par avion. Mais ne détruira-t-on pas ainsi d'autres espèces pouvant jouer un rôle utile dans la nature ?

LA MANUTENTION MÉCANIQUE DANS LES PORTS

A la Libération, l'outillage portuaire avait subi des dégâts considérables puisque sur 1 755 engins existant à la déclaration de guerre (portiques, grues terrestres, grues flottantes, grues sur chenilles, grues automobiles), qui constituaient tout l'arsenal des moyens de levage de nos ports maritimes, 1 553 avaient disparu, soit 88 pour 100. La paix revenue, la France devait aussitôt se mettre en état de recevoir le matériel et les produits nécessaires à sa rénovation industrielle, les vivres indispensables après tant d'années d'indigence et de jeûnes forcés. La réfection des ports et de l'outillage de manutention s'imposait donc d'urgence.

Le Service des Ponts-et-Chaussées eut la lourde tâche d'assurer le déminage des accès, les dragages indispensables, les renflouements des épaves encombrant les estuaires et les ports, le déblaiement et le rempiètement des quais, l'arasement et la remise en état des terre-pleins. Les Chambres de Commerce eurent à assurer la réfection des engins de levage réparables, la remise en état des magasins et hangars et l'achat des matériels de remplacement. Il restait aux entreprises de manutention à se procurer le matériel indispensable pour leur fonctionnement. Malheureusement, les usines françaises avaient beaucoup souffert des bombardements; une partie de leur outillage avait été ou détruit ou réquisitionné par les autorités d'occupation, leurs stocks de matières premières étaient épuisés.

Une première commande de 230 engins de divers types fut confiée à des constructeurs français qui devaient en assurer l'exécution en 18 mois, mais bientôt, grâce à des crédits ouverts aux États-Unis et en Angleterre, il fut permis d'envisager dans le même délai la réalisation d'un programme plus vaste. On commanda : en Amérique, 43 grues flottantes de 6 à 100 t de puissance, 100 grues électriques sur portiques de 6 t, 169 grues Diesel sur portiques de diverses forces, 21 grues sur chenilles, 50 grues mobiles de hangars, 100 tracteurs élévateurs à fourchettes, 30 tracteurs; en Angleterre, 30 grues flottantes de 6 à 10 t, 150 grues sur portiques de 3 à 6 t, 150 grues de relevage, 3 aspirateurs à céréales; et en outre, 120 000 m² de hangars, des équipements divers et des chalands de manutention.

Ces commandes étaient couvertes par des crédits atteignant 23 millions de dollars et plus de 8 millions de livres sterling, soit alors près de 7 milliards de francs. L'outillage, acquis par l'État, était en principe réservé aux services concessionnaires des ports, aux chambres de commerce, aux ports autonomes; des rétrocessions furent accordées à des entreprises privées, en plus des achats directs effectués par elles. Le démarrage fut assez long car les entreprises privées connaissaient imparfaitement les types d'appareils étrangers, les prix n'étaient pas tous fixés, les devises étaient laborieuses à obtenir.

Chargé de mission en Amérique, je rapportai une documentation complète, confirmant qu'il était indispensable de ne passer que des commandes d'appareils « standard », bien que les coefficients de sécurité adoptés à l'étranger soient notablement inférieurs à ceux fixés en France dans les cahiers des charges des administrations publiques. En outre, le matériel électrique ne correspond pas aux caractéristiques françaises; les Américains emploient des moteurs en court-circuit jusqu'à des puissances beaucoup plus élevées que celles fixées par nos sociétés distributrices de courant; enfin, étant donné le faible prix de l'essence en Amérique, la puissance des moteurs est supérieure à celle des nôtres et les moteurs Diesel sont peu répandus.

Les ressortissants français achetèrent surtout à titre privé des grues automobiles sur camions, des grues dites d'entrepôts, des tracteurs routiers et des tracteurs à fourchettes.

Grues flottantes. — Ces grues sont très employées dans les ports ou dans les rades foraines pour effectuer les déchargements de pondéreux (par bennes piocheuses) et de matériels lourds et encombrants (locomotives, wagons). Les premières livrées étaient du type à vapeur; maintenant, on utilise de préférence le type électrique par turbo-dynamo ou le type Diesel électrique.

Plusieurs de ces grues sont munies d'un système de propulsion par hélices donnant à l'ensemble une faible vitesse. D'autres sont munies de treuils de halage leur permettant de se propulser le long d'un quai ou du navire en opération.

A titre documentaire, nous citerons la grue Goliath (fig. 2), du port de Marseille (constructeur Demag) d'une puissance de 180 t, et une grue Caillard à benne piocheuse, à variation de portée équilibrée et rapide ayant une puissance de 10 t sur brin simple ou 16 t moufflée, avec une portée maximum de 23,50 m.

Également à Marseille, un ponton-grue de construction américaine, le Nicolas-Savon dont la grue est du type Diesel, possède deux treuils indépendants : l'un de 5 t et l'autre de 33 t à 3,45 m, permettant une hauteur de soulèvement de 33,80 m. La partie tournante peut assurer une rotation complète; il est en outre muni de treuils commandés électri-

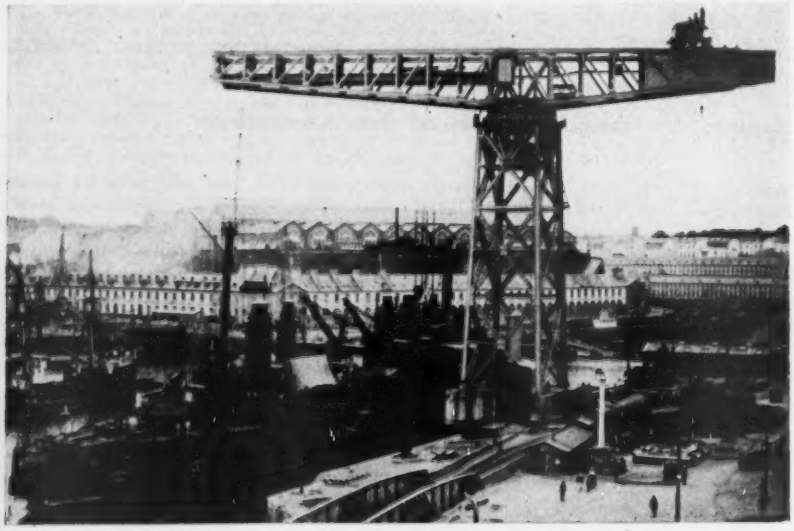

Fig. 1. — *Grue électrique pivotante de 150 t. (Fives-Lille), au port de Brest.*

Fig. 2. — *Grue Demag de 180 t sur ponton, mettant en place une grue Wellmann de 15 t, au port de Marseille.*

quement, facilitant son halage sans l'intervention d'un remorqueur.

Grues de quai. — Les premières grues de quai livrées étaient des grues dites « standard », les unes électriques, les autres du type Diesel électrique. Grâce aux conseils des ingénieurs français chargés de contrôler les fabrications, des modifications importantes furent apportées aux matériels en construction; c'est ainsi que des grues Wellmann, furent exécutées avec flèches équilibrées licence « Caillard ».

Les efforts pour augmenter la puissance ont été moins satisfaisants; cependant on a, notamment à Marseille, monté des grues sur portiques Wellmann de fabrication anglaise d'une puissance de 15 t, d'une portée de 23 m à l'axe de la grue correspondant à une portée de 13,35 m de l'arête du quai avec une hauteur de 20 m sous benne (fig. 2); à l'usage, leur rendement n'a guère dépassé celui des grues de 6 t, quand on veut éviter les chocs violents contre la coque du bateau.

Grues automobiles sur chenilles. — Au début, ces appareils très stables et assez puissants ont rendu de grands services; malheureusement lorsqu'elles doivent tourner dans un rayon assez court, elles causent des détériorations aux chaussées telles que certains directeurs de ports en ont proscrit l'emploi.

Grues sur camions. — Ce type de grues est très employé Outre-Atlantique; mais les appareils importés n'ont pas toujours répondu à l'attente des utilisateurs pour plusieurs raisons : les coefficients de sécurité sont trop réduits; les câbles

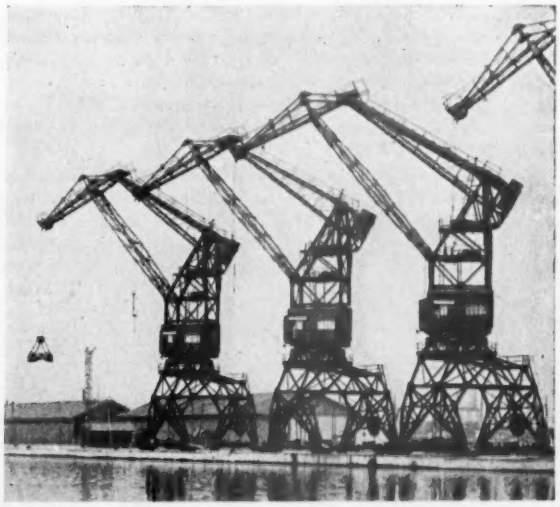

Fig. 3. — *Grues électriques de quai de 6-7,5 t (Fives-Lille), au port de Sète.*

s'enroulent sur des tambours de trop faible diamètre, sur plusieurs épaisseurs (jusqu'à 7) et leur usure rapide entraîne des ruptures répétées dangereuses pour le personnel.

La construction française, s'inspirant de ces engins, a mis au point deux autres types : grues sur camion et grues automobiles. Le premier type se caractérise par un camion de grande puissance (type américain : Ward-Lafrance, Brockway, Mak ou

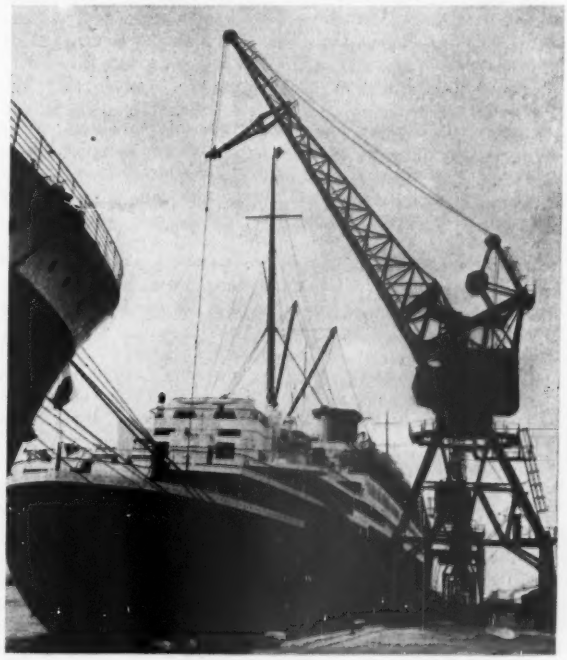

Fig. 4. — *Grue électrique de 6-10 t (Caillard), au port du Havre.*
(La Photothèque).

français : Willème-Bernard) sur le châssis renforcé duquel est montée une grue pivotante, le plus souvent commandée par moteur Diesel. Le deuxième comporte les grues dites automobiles (type Weitz) où un moteur Diesel commande une dynamo-génératrice qui attaque les quatre mouvements : levage, relevage des flèches, rotation et translation par moteurs électriques récepteurs indépendants.

La grue Griffet (fig. 5) est munie d'un moteur Diesel commandant une dynamo génératrice qui attaque seulement trois mouvements : levage, relevage des flèches et rotation par moteurs électriques; la translation est mécanique et permet d'atteindre des vitesses sur route de 35 km/h; on réalise ainsi,

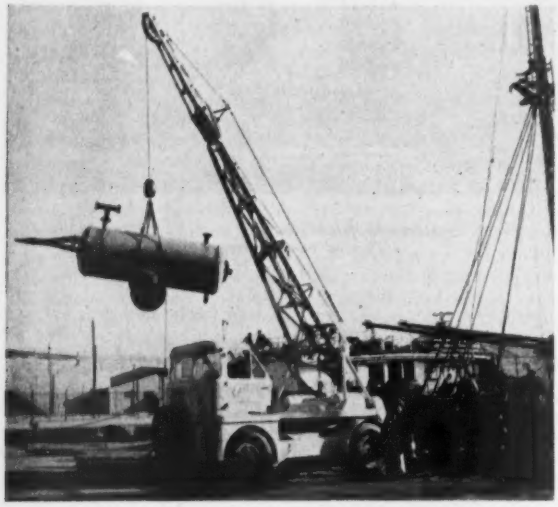

Fig. 5. — *Grue automobile Griffet de 7 t, au port de Marseille.*
(*Photo* René Simon).

sur des quais étendus, une accélération des manutentions et au besoin le transport porte à porte sur une remorque avec chargement ou déchargement chez le client de colis individuels jusqu'à 7 t. L'engin peut être chargé sans démontage sur une plate-forme de chemin de fer.

Grues d'entrepôt. — Ces grues étant appelées à circuler dans les magasins et entrepôts se caractérisent par un encombrement réduit et de grandes facilités de conduite et d'évolution.

Tracteurs routiers. — Ces tracteurs, utilisés dans les ports, pour la traction des remorques chargées de marchandises sont équipés de moteur à essence ou de Diesel. A part deux types construits par la société Clark, leur puissance élevée, qui varie de 40 à 65 ch, a écarté de nombreux utilisateurs; les types International D équipés de moteurs Diesel donnent des efforts de traction à la barre variant de 1 800 à 2 500 kg, mais leur encombrement de 1,70 × 3,50 m ne leur permet pas d'évoluer avec facilité sur des quais encombrés.

Les constructeurs français ont mis au point plusieurs types de tracteurs de faible puissance, possédant de grandes facilités d'évolution. Les maisons Jourdain-Monneret et Griffet ont fourni à de nombreux exemplaires leurs tracteurs équipés d'un moteur Diesel de 12 ou 15 ch. Leur poids (environ 1 200 kg) assure un effort au crochet de l'ordre de 500 kg permettant le décollage de 50 t sur rail et 25 t sur le sol. D'une longueur

Fig. 6. — *Tracteur à fourchettes faisant l'arrimage en cale.*
(*Photo* B. Desreumaux).

hors tout de 2,05 m et d'une largeur de 1,15 avec voie de 0,85, ils ont un rayon de giration hors tout de 2,20 m (rayon intérieur de 0,90) et leur consommation de gas-oil est de 190 g par ch, soit pratiquement 5 l pour 8 h de travail sur quai. Un puissant bouclier arrondi à l'avant et à l'arrière amortit les chocs et protège les phares.

Tracteurs élévateurs à fourchettes. — Ces appareils étaient presque inconnus en France; ils ont donné de si bons résultats que malgré les difficultés d'obtenir les devises nécessaires à leur importation, de nombreux manutentionnaires en ont acquis.

L'appareil se compose d'un tracteur (électrique, ou avec moteur à essence ou Diesel) qui circule facilement même sur les quais en mauvais état ou encombrés. Les roues ont connu les bandages pleins, puis les bandages creux remplis de caoutchouc mousse, avant d'être montées sur pneumatiques. A l'avant se trouvent deux fourches à écartement variable coulissant dans deux montants verticaux permettant d'élever de 500 kg à 8 t jusqu'à 6 m de hauteur. Les deux montants peuvent avancer pour glisser les fourches sous les colis à enlever, et reculer pour mieux assurer l'équilibre pendant la marche (fig. 6).

Les chariots porte-fourches peuvent être équipés d'un bras avant muni d'un crochet constituant une véritable grue de levage, ou d'un bras pour l'enlèvement des corps creux : tuyaux, rouleaux. D'autres portent une benne pivotant autour d'un axe horizontal permettant de charger des matières pondéreuses à une certaine hauteur, dans des camions à benne ou dans des wagons-tombereaux. D'autres encore ont des pinces « cotton clump » permettant de saisir et de manutentionner des balles de coton ou de laine, ou un système « Rotating Devices » assurant une rotation de 360° autour d'un axe horizontal parallèle aux fourchettes. Souvent, les fourches sont réunies par une sorte de plancher où l'on peut placer les colis et même les gerber jusqu'à des hauteurs de 4 à 5 m. Pour certains transports en caissettes (primeurs et agrumes), ou en emballages métalliques ou de carton (huiles, pétroles...), il est possible après avoir fait l'empilage sur une palette légère et perdue, d'assurer l'ensemble par quelques feuillards et dès lors les chargements, déchargements, livraisons à pied d'œuvre sont assurés avec un minimum de risques d'avaries, de pertes et de vols.

Ces essais de palettisation ont déjà retenu l'attention de

divers pays et au cours de la Conférence internationale du 10 février 1950, à Rome, les normes des palettes de transit ont été arrêtées en vue de leur emploi dans les wagons de chemin de fer et les cales des navires. Au Canada et en Norvège, des navires de charge ont été construits ou modifiés pour assurer non seulement l'arrimage des palettes dans les cales, mais pour permettre la circulation des tracteurs à fourchettes dans celles-ci. La S.N.C.F. et le Comité Nord-Africain, font une propagande intense auprès des usagers en accordant aux marchandises ainsi transportées un tarif préférentiel. Il faut espérer que des réductions analogues seront appliquées par les compagnies de navigation et les manutentionnaires, l'accélération des opérations à quai facilitant et réduisant la durée de rotation des navires et entraînant une notable diminution de main-d'œuvre.

L'emploi de ces tracteurs-élévateurs à fourchettes se généralise dans les entreprises de manutention où plus de 400 sont en service, et aussi dans toutes les industries qui ont des transports à effectuer. Dès maintenant, ces appareils sont construits en France et ils donnent satisfaction pour les puissances de 500 à 2 500 kg. On a été amené à en concevoir de plus puissants, de 3 000, 5 000 et même 8 000 kg.

Ross-Carrier. — Pour les manutentions d'objets de grande longueur, on commence à utiliser un autre type d'appareil de provenance américaine dit « ross-carrier ». Il s'agit d'une sorte de fardier automobile pouvant « coiffer » le tas de matériaux à manutentionner, ayant jusqu'à 2 m de large sur 2,40 m de hauteur; après soulèvement de la charge par un système de vérins hydrauliques, l'appareil se déplace dans toutes les directions. La puissance varie de 3 à 15 t, la vitesse peut atteindre 50 km/h; la stabilité est très grande (fig. 7).

Containers. — Pour les chargements et déchargements de « divers », on tend à employer des « containers », caisses de diverses dimensions, d'abord en bois, maintenant métalliques, dans lesquelles sont empilées les marchandises; dans ces conditions, celles-ci peuvent être chargées par l'expéditeur et déchargées par le réceptionnaire définitif, avec un minimum de main-d'œuvre et de risques de détériorations et de vols.

Les containers destinés aux transports de liquides, dits « containers-citernes », sont métalliques; l'intérieur est garni d'un enduit vitrifié qui permet, après lavage à grande eau, de les utiliser pour des liquides différents (jus de fruits, vin, huile, bière); leur capacité varie de 25 à 40 hl et leur poids de 450 à 1 000 kg.

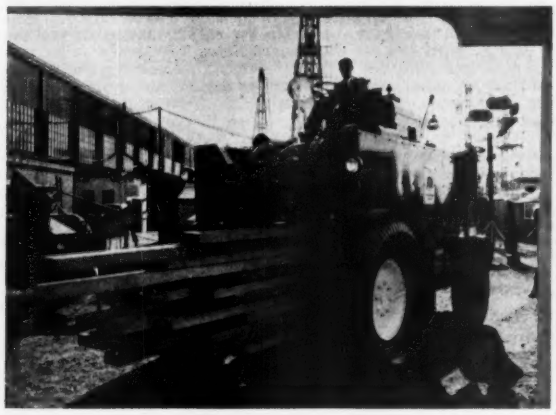

Fig. 7. — *Tracteur Ross-Carrier de 5-7 t.*
(*Photo* Pest Control Ltd).

Fig. 8. — *Chargement de containers par tracteur à fourchette.*
(*Photo* Safrap).

Les containers pour marchandises diverses (fig. 8), d'une capacité de 3 m³, peuvent recevoir jusqu'à 2 500 kg de charge utile, ils sont étanches et munis de portes opposées donnant une grande facilité de chargement et de déchargement; ils sont disposés pour être gerbés et arrimés facilement en cale; ils sont munis d'anneaux et en certains cas de portes de ventilation fixes ou réglables. Ces containers peuvent être démontables pour diminuer l'encombrement lors du retour à vide.

Les containers frigorifiques permettent en outre la réalisation de la chaine de froid complète, nécessaire pour les échanges de matières fraîches et périssables entre les pays tropicaux et l'Europe.

En dehors de ces appareils, les acconiers et entreprises de manutention utilisent aussi d'autres appareils de provenance américaine; ce sont des transporteurs agissant soit par gravité, soit par moteur électrique ou moteur à essence et des gerbeuses ou sauterelles.

Portiques. — Nos grands ports, particulièrement Le Havre et Rouen, possédaient de nombreux portiques pour le déchargement des pondéreux ; presque tous furent démontés ou détruits par les Allemands. Ils sont actuellement reconstruits ou en cours de montage. Tous sont de fabrication française.

Ces portiques sont de deux sortes. Les uns sont munis d'un chariot de levage portant la cabine de manœuvre, et circulant en général à l'intérieur des deux poutres principales. Les autres ont l'organe de levage constitué par une grue roulante et pivotante circulant sur les poutres du portique; ce dispositif réduit la longueur des poutres du portique et principalement des parties en porte à faux, il permet d'établir des contreventements réunissant les deux poutres principales et d'obtenir des ensembles plus rigides, mais la grue augmente sensiblement le poids de la charpente du portique.

Déchargement des céréales et des oléagineux. — Cette manutention était effectuée dans les grands ports par des

succeuses pneumatiques de grand débit, très coûteuses d'installation et de fonctionnement. Partout ailleurs, on utilisait surtout la vis d'Archimède, beaucoup plus lente. On voit maintenant se multiplier les « redlers » qui, dans les petits ports, peuvent décharger des navires de moyen tonnage à meilleur compte : 12 redlers permettent de décharger jusqu'à 540 t de grains par heure. Leur coût de construction n'est que le dixième de celui d'une installation pneumatique; le rapport des dépenses de force est du même ordre. Étant donnés ces avantages, l'installation d'une série de déchargements est économique, même pour des quantités bien plus petites que celles admises dans les grands ports; en outre, une pareille installation peut être montée à bord et utilisée suivant les besoins dans n'importe quel port.

Ce dispositif de débarquement comporte divers éléments-types assurant le transport horizontal, incliné ou vertical des matières; chaque élément est léger et portable; son poids varie de 820 kg pour une longueur de 6 m à 1 100 kg pour 12 m. Diverses combinaisons d'éléments peuvent être réalisées et leur mise en place assurée par les mâts de charge des navires. Le débit par élément peut atteindre 90 t/h pour le blé, 60 t/h pour les arachides.

Le redler est un tuyau, une gaine partagée en deux parties verticales et construite en bois enduit d'un vernis spécial, plus lisse et moins déformable que de la tôle dont la surface bosselée à la suite de chocs empêche un bon débit de l'appareil. Dans cette gaine circule une chaine sans fin garnie de traverses en forme d'U se déplaçant de bas en haut. Le bas du redler étant enfoncé dans la matière en vrac, celle-ci est entraînée par la chaine, l'admission étant fonction de la vitesse de l'appareil; aucune pièce mécanique n'entre en contact avec la matière manutentionnée. La chaine est actionnée par un moteur électrique, agissant par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur entraîné grâce à des courroies à section trapézoïdale. La matière est évacuée vers le haut par une partie de la paroi latérale découpée pour assurer un écoulement régulier. Plusieurs redlers peuvent être accouplés à la suite au moyen de pièces de raccord.

Manutentions commandées à bord. — A la fin de ce rapide exposé des progrès accomplis depuis la guerre en ce qui concerne les manutentions dans les ports, il ne reste qu'à admirer la rapidité avec laquelle la France a réparé ses ports en ruines, reconstitué leur outillage, reconstruit une flotte marchande, rétablissant ainsi l'accès aux marchés lointains et les relations avec la France d'outre-mer. Partout, le souci majeur est maintenant d'économiser la main-d'œuvre, d'augmenter l'utilisation du matériel, de faire la chasse à tous les temps perdus, pour réduire la durée des escales et accélérer la rotation des navires.

Certains cargos récents sont même équipés de moyens de manutention propres qui les libèrent de la servitude des ports d'escale. Les pétroliers, les pinardiers ont à bord des pompes de remplissage et de vidage de leurs citernes, la silhouette de maints navires s'agrémente de mâts de charge et même de portiques permettant d'effectuer par les moyens du bord les opérations à quai; quelques-uns ont même des rangées de grues sur chaque bord. Ces grues (quelques navires en possèdent jusqu'à 14) ont une puissance de 3 t avec portée variable de 3 à 12,5 m et une hauteur de levage pouvant atteindre 12 m au-dessus du pont supérieur. La grue proprement dite est montée sur un fût constitué par une colonne fixe cylindrique dont la partie inférieure est encastrée entre le pont supérieur et le premier pont; cette colonne creuse sert de fût à la partie tournante, reporte les efforts sur les ponts inférieurs, permet le passage des câbles électriques alimentant la grue et peut également servir à ventiler des cales. L'appareil est équipé avec trois moteurs commandant séparément les mouvements de levage, de giration et de relevage de la volée; tous ces mouvements indépendants sont commandés d'une plateforme de manœuvre surélevée d'où le machiniste a vue sur le quai, le pont et la cale desservie.

Une autre innovation consiste dans l'emploi du « seeporter » constitué par un chemin de roulement fixé au plafond d'un pont. Sur ce chemin circule un chariot mobile permettant de prendre une charge à un des ponts inférieurs et de l'amener au dehors de la coque en utilisant un « porte-lone » : les premières installations nécessitaient au moment des opérations de déchargement la mise en place d'une partie du chemin de roulement en porte à faux en dehors du navire, mais dans le dispositif existant sur la *Colombie*, de la C.G.T., c'est le chariot qui possède un porte à faux permettant d'amener la charge à une distance de 5 m en dehors du bord.

A. Mathieu,
Ingénieur E. C. P.

Le cobalt nécessaire

A la dernière réunion de la British Association, tenue à Belfast en septembre dernier, Sir William Slater, secrétaire de l'Agricultural Research Council, a fait un remarquable exposé du rôle de la science dans l'expansion de l'agriculture. Il y a rappelé l'histoire et la politique du ravitaillement en nourriture de la Grande-Bretagne et du Commonwealth, signalé diverses recherches récentes de grande importance et même annoncé des projets de travaux de très vaste envergure. De son texte reproduit dans la revue anglaise *Nature*, nous détacherons le passage sur le rôle du cobalt dans l'agriculture et l'élevage.

On sait combien M. Gabriel Bertrand s'est attaché en France à rechercher dans les sols et dans les êtres vivants divers éléments chimiques qui ne s'y trouvent qu'à de très faibles concentrations et semblent cependant indispensables. Il leur a donné le nom d'oligo-éléments et a comparé leurs actions à celles de catalyseurs et de diastases, quant à l'intensité. On a déjà reconnu les effets d'un certain nombre : cuivre, molybdène, bore, manganèse, magnésium, zinc, soufre, et on en signale à chaque instant de nouveaux, agissants tout au moins sur certaines cultures.

Depuis peu, le cobalt a aussi été reconnu nécessaire, après toute une série d'observations et d'analyses. Par exemple, il existe en Écosse et dans le sud-ouest de l'Angleterre des terres pauvres où l'on élève des moutons ; depuis plus d'un siècle, les jeunes s'élèvent mal, languissent, maigrissent et meurent quand on les maintient en place ; on les soignait en les transportant sur d'autres sols ou en leur faisant boire de la terre apportée d'ailleurs et délayée dans l'eau. La même maladie de langueur sévit en d'autres régions du globe, notamment en Australie et en Nouvelle-Zélande. On avait essayé, pour combattre l'anémie, de donner du fer sous forme de sulfate ferreux, sans en obtenir des résultats constants. En Australie, on tenta du cobalt dissous dans l'eau et on en obtint des résultats surprenants : à la dose d'un milligramme par jour, les animaux malades étaient rétablis rapidement et les plus mauvais pâturages deviennent salubres quand tout le troupeau est traité préventivement. Le même remède agit dans bien d'autres mauvaises terres, en Floride comme au Kénya. On a ainsi une possibilité d'utiliser dans le monde entier de vastes régions pauvres, stériles, et d'augmenter beaucoup la production de viande et de laine.

Dans l'Australie du Sud où la « maladie de la côte » sévit sur les moutons pâturant des sols formés de coquilles marines ou de sables siliceux, le cobalt seul est insuffisant ; il guérit la langueur, mais d'autres troubles apparaissent ; tout rentre dans l'ordre quand on ajoute au cobalt un peu de cuivre. Sur les mêmes sols, les cultures de céréales, de légumes, les prairies ne donnent que de faibles rendements, même après addition des engrais classiques : potasse, phosphate, azote. Sur les sols calcaires coquilliers, une addition de sulfate de cuivre permet l'action des autres engrais ; les sols de sables siliceux ont surtout besoin de zinc.

Cet ensemble de recherches conduites avec persévérance sous la direction du professeur Marston montrent combien l'analyse précise des sols, conduisant à leur correction, peut changer la production de toute une région et faire d'un « barren land » une région fertile et nourricière.

D. C.

Le Cœlacanthidé d'Anjouan

L'ÉVOLUTION paraît une évidente nécessité quand on considère d'un coup d'œil l'ensemble des êtres vivants qui peuplent actuellement le globe et la suite de ceux qui les précédèrent et que la paléontologie retrouve et date. Mais les transitions d'une espèce à l'autre, et plus encore la filiation des groupes restent toujours incertaines et il est bien rare que plusieurs opinions divergentes ne se soient pas heurtées pour chaque cas.

Notre curiosité va avant tout à notre espèce, à l'Homme, dont on voudrait connaître l'origine et tracer l'arbre généalogique. Quels Mammifères actuels ou fossiles peuvent-ils lui être apparentés ? Et ces Mammifères proviendraient-ils de Reptiles, ceux-ci de Batraciens, et plus loin de Poissons où l'on retrouverait l'origine des Tétrapodes ? Enfin quels Poissons primitifs montreraient le passage entre Vertébrés et Invertébrés, la grande transformation du système nerveux qui donna le crâne, l'encéphale, le cerveau ?

L'inventaire des formes animales est constamment revu depuis que Linné y a introduit des règles de dénomination systématique et que l'exploration des terres, des mers, les prospections géologiques ont révélé un nombre constamment croissant d'espèces actuelles et passées. Qu'on songe à l'importance des découvertes récentes de Préhominiens : le Pithécanthrope, les Sinanthropes, l'Australopithèque, ou encore à celle de traces de vie dans les roches du cambrien et même du précambrien, qui ont révolutionné nos conceptions de l'évolution. La mer, difficile à pénétrer, reste le milieu où de grandes surprises peuvent encore être espérées.

Les Poissons sont, on le sait, une classe de Vertébrés caractérisée notamment par leur respiration aquatique, au moyen de branchies. On y a rassemblé des groupes très différents : les Lamproies, les Sélaciens (Raies et Requins), cartilagineux et de biologie spéciale, et les Téléostéens, osseux, qui sont aujourd'hui de beaucoup les plus nombreux.

Il faut aussi faire une place à d'autres poissons singuliers dont on ne connaît que quelques espèces vivantes et d'autres fossiles et qu'on ne sait trop comment classer. Ce sont des animaux de grandes tailles, au squelette imparfaitement ossifié; leurs moulages dans les roches sont souvent brisés ou incomplets et leurs grosses écailles dermiques masquent les détails des os craniens les plus caractéristiques ; ceux qui vivent maintenant sont trop grands pour être facilement recueillis intacts et conservés entiers dans les collections et on ne peut guère les garder vivants pour observer leurs modes de vie, leur développement. Pour la plupart, on n'a pour s'éclairer qu'un très petit nombre d'individus trouvés par hasard.

On est à peu près d'accord aujourd'hui pour répartir dans quatre ordres distincts les espèces déjà connues. Ce sont les Chondrostéens (Esturgeons de l'Europe orientale, de la Caspienne, de la Mer Noire et des grands lacs d'Amérique); les Holostéens (*Amia*, du sud des États-Unis à l'Amérique centrale, et *Lepidosteus* dont quatre espèces vivent en Amérique, des grands lacs à Cuba, et une en Chine); les Dipneustes (*Neoceratodus* d'Australie, *Protopterus* d'Afrique centrale et *Lepidosiren* d'Amazonie); les Crossoptérygiens dont certains systématiciens rapprochent *Polypterus* d'Afrique centrale. Comme on voit, la plupart sont des habitants des eaux douces et il en est de même des espèces éteintes.

Les Dipneustes et les Crossoptérygiens sont connus à l'état fossile depuis les vieux grès rouges du Dévonien. Les Dipneustes n'avaient guère d'ossifiées que les dents et quelques plaques dermiques. Les Crossoptérygiens présentent une ossification plus différenciée de la notochorde en vertèbres et des os du crâne. Comme tous les poissons, ils ont des branchies pour respirer dans l'eau, mais ils peuvent aussi respirer l'air gazeux au moyen de leur vessie natatoire vaste et résistante, pendant les saisons sèches, quand ils s'enterrent dans la vase du fond. Ils ont des nageoires paires : pectorales et ventrales, développées et pédiculées, sur lesquelles ils s'appuient quand ils se posent sur le fond.

On discute des affinités précises de tous ces animaux, de leur place exacte dans la classification, des rapports entre les faunes éteintes et les rares espèces actuelles qui font figure de reliques. On se demande si leurs nageoires paires n'annoncent pas les membres des Tétrapodes, si leur queue ne prélude pas à celle des Batraciens Urodèles, si leur respiration aérienne sinon pulmonaire, surajoutée à celle branchiale aquatique, n'est pas l'amorce de la vie terrestre des Vertébrés supérieurs. On leur accorde ainsi une importance particulière dans la phylogénie, comparable à celle de l'*Archeopteryx* entre les Reptiles et les Oiseaux ou des Préhominiens entre les Singes et l'Homme.

Les Crossoptérygiens fossiles ont été divisés en familles dont deux ont attiré particulièrement l'attention : les Cœlacanthidés et les Rhipidistidés, distincts dès le dévonien. On a soutenu que les premiers, s'adaptant au milieu marin, ont peu évolué, tandis que les seconds, passant à la vie terrestre, ont développé davantage les caractères des Tétrapodes menant aux Vertébrés supérieurs. Le genre *Cœlacanthus* semble le plus ancien; on a trouvé des restes de plusieurs espèces au Spitzberg, en Russie, en Allemagne, en Grande-Bretagne, au Groenland, en Amérique du Nord, dans des régions septentrionales; on admettait que les Cœlacanthidés s'étaient éteints au jurassique.

*
* *

Tout cela explique l'émoi des naturalistes quand on apprit qu'en décembre 1938, sur la côte orientale de l'Afrique du Sud, des pêcheurs venaient de prendre au chalut, par moins de 100 m de fond, un Crossoptérygien étrange, long de 1,50 m, rappelant singulièrement un Cœlacanthidé fossile. Malheureusement, on était loin d'un centre scientifique, la pièce était trop grande pour être mise en bouteille et quand Miss Courtenay-Latimer, conservatrice du musée d'East London, put en prendre possession et appeler le professeur J. L. B. Smith, ichthyologiste de Rhodes University, à Grahamstown, l'animal pêché vivant commençait à se décomposer. Le professeur Smith le dénomma *Latimeria chalumnæ* et en tira tout le parti possible. *La Nature* a rendu compte en 1939 de cette découverte (1), puis figuré l'aspect externe du Poisson (2).

Depuis, on ne cessait d'espérer une nouvelle capture dont on pourrait disposer en meilleur état. Il ne fut guère de navire océanographique passant près des côtes orientales de l'Afrique du Sud qui ne donnât quelques coups de chalut près de terre. Le professeur Smith fit distribuer aux pêcheurs des milliers d'exemplaires d'une note, écrite en anglais, français et portugais, promettant une récompense de 100 £ (100 000 francs) pour chacun des deux premiers spécimens qu'on prendrait.

Le 20 décembre dernier, un pêcheur arabe de l'île d'Anjouan, dans l'archipel des Comores, en travers du canal de Mozambique, ayant descendu une ligne appâtée sur un fond rocheux de 15 m, à moins de 200 m de terre, remonta un poisson de 1,385 m de long, vivant, qu'il assomma de coups sur la tête. Il le porta le lendemain au marché où, par chance, un capitaine de goëlette, E. E. Hunt, le vit et le sauva du dépeçage. N'ayant ni bocal assez grand, ni liquide conserva-

1. René MERLE. Un poisson mésozoïque vivant. *La Nature*, n° 3046, 1939, p. 213.
2. Jean PIVETEAU. Images de mondes disparus. *La Nature*, n° 3184, 1950, p. 242.

teur, il le fit fendre de bout en bout sur le dos pour le saler, ce qui endommagea la tête, l'encéphale, la gorge; il l'emporta à la ville voisine où il put l'injecter de formol et il informa le professeur Smith qui accourut sur l'avion personnel du docteur D. F. Malan, premier-ministre de l'Union de l'Afrique du Sud, mis à sa disposition.

Les indigènes comoriens déclarèrent qu'ils connaissent bien ce poisson dont ils pêchent un ou deux individus chaque année dans les mêmes parages, et ils parlèrent aussi d'un autre, constamment plus petit, qu'ils savent distinguer, si bien qu'on peut s'attendre à de nouvelles surprises et à de futures récoltes intactes pour les collections des musées.

Le professeur Smith a rapporté la précieuse pièce à son laboratoire et il en a commencé aussitôt l'étude. Il vient de publier dans *Nature*, de Londres, ses premières constatations. Le second Cœlacanthidé diffère du premier et a reçu le nom de *Malania anjouanæ*. Il manque de première dorsale, à moins qu'elle n'ait été arrachée; la caudale ne présente pas de prolongement axial; l'animal est extrêmement huileux; l'intestin, assez court, présente une partie spirale; c'est un mâle dont les testicules sont longs de 22 cm. Il faut attendre de plus amples renseignements pour comparer les deux individus maintenant connus avec les Cœlacanthidés fossiles et les divers autres Crossoptérygiens.

Pour le moment, c'est déjà beaucoup d'avoir la certitude que les Cœlacanthidés, qu'on croyait éteints au secondaire, vivent encore actuellement, qu'ils fréquentent près des côtes d'Afrique du Sud et y vivent activement, qu'ils sont probablement assez nombreux et d'espèces diverses. Les détails nécessaires pour discuter de systématique et de phylogénie viendront en leur temps.

René Merle.

LE CIEL EN AVRIL 1953

SOLEIL : du 1er au 30 sa déclinaison croît de + 4°32′ à + 14°46′ ; la durée du jour passe de 12h49m le 1er à 14h28m le 30 ; diamètre apparent le 1er = 32′3″,3, le 30 = 31′47″,5. — **LUNE :** Phases D. Q. le 7 à 4h58m, N. L. le 13 à 20h9m, P. Q. le 21 à 6h40m, P. L. le 29 à 4h20m ; *périgée* le 12 à 18h, diamètre app. 33′10″ ; *apogée* le 24 à 8h, diamètre app. 29′34″. Principales conjonctions : avec **Saturne** le 1er à 1h, à 8°16′ N. ; avec **Mercure** le 12 à 2h, à 6°2′ S. ; avec **Vénus** le 13 à 18h, à 2°14′ N. ; avec **Mars** le 15 à 16h, à 4°48′ S. ; avec **Jupiter** le 16 à 2h, à 5°42′ S. ; avec **Uranus** le 19 à 17h, à 1°39′ S. ; avec **Neptune** le 28 à 2h, à 7°7′ N., et avec **Saturne** à 4h, à 8°14′ N. Principales occultations : de ψ *Sagittaire* (4m,9) le 7, émersion à 3h48m,1 ; de P4 *Lion* (5m,7) le 24, immersion à 20h13m,5, de *q Vierge* (5m,4) le 26, immersion à 21h24m,2. — **PLANÈTES : Mercure,** plus grande élongation du matin le 15 à 6h, à 27°30′ W du Soleil ; **Vénus,** en conjonction supérieure avec le Soleil le 13, devient étoile du matin à la fin du mois ; **Mars,** dans le *Bélier*, un peu visible le soir, se couche 2h après le Soleil le 19, diamètre app. 3″,9 ; **Jupiter,** dans le *Bélier*, puis dans le *Taureau*, se couche 2h et demie après le Soleil le 19, diamètre polaire app. 31″,1, en conjonction avec **Mars** le 27 à 16h, **Mars** à 1°9′ N. ; **Saturne,** dans la *Vierge*, visible toute la nuit, en opposition avec le Soleil le 14 à 5h, diamètre pol. app. 17″,1, anneau : gr. axe 43″,1, petit axe 9″,8 ; **Uranus,** dans les *Gémeaux*, observable le soir, se couche le 1er à 2h18m, position 7h3m et +23°5′, diamètre app. 3″,7 ; **Neptune,** dans la *Vierge*, observable toute la nuit, en opposition avec le Soleil le 12 à 18h, position le 1er 13h27m et — 7°16′, diamètre app. 2″,4. — **ÉTOILES FILANTES :** *Lyrides*, du 19 au 22, radiant vers 104 *Hercule*. — **ÉTOILES VARIABLES :** Minima observables d'*Algol* (2m,3-3m,5) le 2 à 22h,0, le 5 à 18h,8, le 20 à 2h,8, le 22 à 23h,7, le 25 à 20h,5 ; minima de β *Lyre* (3m,4-4m,3) le 11 à 19h,8, le 24 à 18h,1 ; maximum de *o Baleine* (*Mira Ceti*, 2m,0-10m,1) le 10. — **ÉTOILE POLAIRE :** Passage inférieur au méridien de Paris : le 1er à 1h3m48s, le 11 à 0h24m27s, le 17 à 0h0m52s et 23h56m56s, le 21 à 23h41m14s.

Phénomènes remarquables. — Lumière cendrée de la Lune le matin du 9 au 11 et le soir du 15 au 18. — **Saturne en opposition avec le Soleil** le 14, au N.-E. de l'*Épi*. — **Lumière zodiacale** du 8 au 15, le soir à l'Ouest, après le crépuscule.

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure en usage).

G. Fournier.

LES LIVRES NOUVEAUX

L'esprit de l'homme à la conquête de l'Univers, par G. de Vaucouleurs. 1 vol. 15×20, 256 p., 25 fig., 12 planches. Éditions Spes, Paris, 1951.

De toutes les matières sur lesquelles la curiosité humaine s'est exercée, la connaissance du ciel est celle qui a donné lieu la première à des observations de caractère vraiment scientifique. Sans doute est-ce pour cette raison que le premier ouvrage de cette nouvelle collection « L'Homme dans l'Univers » a été consacré à l'Astronomie. Notre collaborateur y retrace ses développements, ses erreurs, ses progrès, depuis les anciens Égyptiens jusqu'aux travaux les plus récents. Il montre clairement l'évolution des problèmes posés aux astronomes et comment de nouvelles questions ont jailli de la résolution progressive des plus anciennes. Rien n'est plus instructif à cet égard que l'histoire des méthodes d'évaluation de la distance Terre-Soleil, base de tant d'autres mesures importantes.

Coup d'œil sur les origines de la science exacte moderne, par Pierre Sergescu. 1 vol. 12×19, 203 p. Sedes, Paris, 1951.

Ce petit livre reproduit les remarquables exposés donnés sous le même titre, à l'Heure de culture française de la Radiodiffusion Française, par l'ancien recteur de l'École polytechnique de Bucarest, secrétaire perpétuel de l'Académie internationale d'Histoire des sciences, augmentés de courtes biographies des savants cités. L'auteur met parfaitement en lumière le rôle des esprits audacieux qui, du XIVe siècle, sapèrent les bases de la doctrine d'Aristote, l'attaquant sur trois points essentiels : l'infini, le mouvement, le système du monde.

La magie des nombres, par Eric Temple Bell. Trad. de S. Farre et P. Govaerd. 1 vol. 14×22, 317 p. Payot, Paris, 1952. Prix : 900 F.

Après son histoire anecdotique des grands mathématiciens, où il nous prouvait que ces cerveaux de génie sont portés par des hommes comme vous et moi, le professeur à l'Institut de technologie de Californie s'est attaqué à l'histoire générale de la pensée mathématique, dans ses rapports avec la philosophie et les sciences d'observation. Thalès, inventant le raisonnement déductif, appliqua l'abstraction aux données de l'expérience. Une science de caractère moderne aurait pu sortir de là ; mais Pythagore vint, qui déifia le Nombre, et Platon à sa suite crut que la raison pouvait à elle seule retrouver une vérité existant dans la sphère des idées éternelles. Après la réaction expérimentale, d'où est sortie la science moderne, voici que des savants d'aujourd'hui, à la suite d'Eddington, rêvent de nouveau d'une vérité [illegible] déduite, l'expérience étant mise [illegible] second plan. L'auteur considère l'ambition [illegible] néo-pythagoriciens avec une certaine appréhension.

La spectroscopie, par Jean Terrien. 1 vol. in-16, 126 p., 27 fig. Collection « Que sais-je ? ». P. U. F., Paris, 1952. Prix : 150 F.

Le spectroscope, ayant pour analyseur, soit un prisme de verre ou de matière transparente, soit un réseau de rayures microscopiques sur une surface plane ou concave, nous donne la longueur d'onde des radiations visibles, infrarouges ou ultra-violettes, et c'est un des instruments essentiels de la physique théorique. Outre les niveaux des électrons dans les atomes, quantité d'autres facteurs sont à considérer : rotation, interactions des électrons, champs magnétiques et électriques, et le fait qu'au delà d'une

Le gérant : F. Dunod. — Dunod, éditeur, paris. — dépôt légal : 1er trimestre 1953, N° 2466. — Imprimé en France.
Barnéoud frères et Cie, imprimeurs, (310566), Laval, N° 2705. — 3-1953.

certaine absorption d'énergie, un puis plusieurs électrons peuvent quitter l'atome, qui devient ionisé, ce qui apporte dans le spectre des changements considérables. Tout cet édifice théorique, que la spectroscopie a contribué à élever, elle permet jour après jour d'en vérifier les perfectionnements. D'autre part, le spectroscope devient indispensable à l'analyse chimique journalière, surtout quand les substances à doser sont en infimes proportions. C'est ce double aspect, théorique et technique, que l'auteur expose avec sa clarté coutumière dans ce petit livre.

Éléments d'optique électronique, par Gaston Dupouy. 1 vol. 11×16, 218 p., 81 fig. Collection Armand Colin, Paris, 1952.

Le directeur du C.N.R.S. a été, dans son laboratoire de l'Université de Toulouse, le pionnier d'une des plus belles applications pratiques de la mécanique ondulatoire et le constructeur du premier microscope électronique français. Il nous donne le premier manuel élémentaire de cette nouvelle « optique électronique » qui présente de profondes analogies, mais aussi de notables différences avec l'optique classique. Les « lentilles » électriques et magnétiques ont aussi leurs aberrations, plus nombreuses même et plus difficiles à corriger, qui n'ont pas permis d'obtenir le pouvoir séparateur théoriquement espéré. Mais les résultats acquis font escompter de grands progrès qu'on entrevoit clairement dans cet excellent exposé.

Les machines à penser, par Louis Couffignal. 1 vol. 14×23, 157 p., 27 fig. Les Éditions de Minuit, Paris, 1952.

Le titre de l'ouvrage se justifie par le fait que les machines à calculer modernes se sont emparé de domaines de plus en plus étendus, jusque-là considérés comme appartenant à la pensée humaine. Le directeur du laboratoire de calcul mécanique de l'Institut Blaise Pascal nous montre comment tout problème se laisse diviser en trois activités distinctes : le programme, le calcul proprement dit, la mémoire. Autrefois confinées aux calculs, les machines aujourd'hui enregistrent le programme et se chargent de la mémoire. Du règne du discontinu, elles ont aussi passé au continu. L'auteur compare leur fonctionnement à celui du système nerveux et, avec une belle audace, va encore plus loin en tentant de montrer que « dès l'instant qu'on lui a créé un langage adéquat, la machine s'est saisie dans sa totalité du problème de la logique et l'a résolu complètement ». Inutile de dire qu'il ne va pas toutefois jusqu'à une analogie intégrale ; ces rapprochements veulent seulement stimuler les recherches, tant dans le domaine des machines que dans celui de la physiologie nerveuse.

Les éléments chimiques et le monde vivant, par Maurice Javillier. 1 vol. 13×19, 266 p. Flammarion, Paris, 1952. Prix : 675 F.

En dehors du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote, l'analyse immédiate révèle dans toute matière vivante le phosphore, le soufre, le chlore, le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium ; à ces « éléments majeurs », il faut peut-être joindre le silicium. On peut leur opposer, sous le nom d' « éléments mineurs », des corps dont une analyse plus poussée, souvent difficile, fait apparaître la présence comme constante et qui, quoique en proportions infimes, se révèlent indispensables, comme le fer dans l'hémoglobine des Vertébrés, le cuivre dans l'hémocyanine de certains Invertébrés, ces deux métaux étant toujours présents et sans doute nécessaires dans les végétaux. L'auteur a contribué à établir qu'il en va de même pour d'autres éléments comme le zinc qui, toxiques à haute dose, sont obligatoires à doses infimes. Ce sont les « oligo-éléments » dont la liste s'allonge tous les jours : parmi les métaux, manganèse, chrome, molybdène, nickel, cobalt, titane, peut-être vanadium et aluminium ; parmi les métalloïdes, à coup sûr bore et iode, peut-être fluor ; et plusieurs autres encore. Des éléments majeurs et mineurs, de leurs rôles certains ou probables, on a ici une étude concise au fait des plus récents travaux.

A la source des phénomènes vitaux, vers une bio-thermodynamique, par Georges Matisse. 1 vol. 16×25, 104 p. Hermann, Paris, 1951.

Partisan de la théorie de « l'Emergence » qu'il a défendue dans de précédents ouvrages, M. Matisse tente ici de montrer que les êtres vivants se singularisent par le fait qu'ils déjouent le deuxième principe de la thermodynamique, grâce à deux propriétés : ils se nourrissent, c'est-à-dire qu'ils édifient une substance pareille à la leur, et cette substance est faite de molécules dissymétriques. Malgré les réserves qu'on peut faire sur la notion même d'émergence et sur l'assimilation d'un système vivant à un système isolé, admirons un effort qui invite à aborder des questions éternellement débattues sous des points de vue originaux.

Initiation à l'Embryologie générale, par Albert Dalcq. 1 vol. 15×24, 122 p., 36 fig. Desœr, Liège. Masson, Paris, 1952.

Le professeur d'embryologie à l'Université de Bruxelles donne ici, notablement remaniées et augmentées, accompagnées de figures, treize conférences prononcées à la Radiodiffusion Française (Université Radiophonique Internationale). Il fait clairement ressortir les buts, les méthodes, les résultats, et aussi les perspectives de l'embryologie expérimentale. Il s'attache à dégager les principales notions théoriques et examine avec quelque détail, faits à l'appui, les conceptions les plus récentes.

Elementary metallurgy, par W. T. Fruor. 1 vol. 14 × 21, 258 p., 129 fig. Mc Graw-Hill, New-York et Londres, 1952. Prix : 44 sh.

Cette 2e édition revue et mise à jour traite spécialement de sidérurgie. L'auteur développe l'étude des hauts fourneaux, des fours Martin-Siemens, de la structure et du traitement thermique des aciers, de quelques alliages non ferreux et des méthodes d'essais. Les étudiants trouveront à la fin de chaque chapitre une bibliographie sélectionnée leur permettant de recourir à des exposés plus développés.

Charbons activés, par C. Courty. 1 vol. in-8°, 543 p., 118 fig. Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix : 4 500 francs.

Après une étude générale théorique des phénomènes d'adsorption, l'auteur étudie spécialement les charbons activés. Il insiste sur les données pratiques et son ouvrage guidera utilement tous ceux qui ont à résoudre des problèmes relevant de l'adsorption de gaz ou de vapeurs. Étude très complète accompagnée d'une bibliographie détaillée.

Air Pilot Training, par Bert A. Shields, 4e édition. 1 vol. x-807 p., relié. Mac Graw-Hill, Londres et New-York, 1952. Prix : 60 sh. ou $ 7.50.

Bien qu'élémentaire, cet ouvrage qui répond aux programmes d'entraînement militaires et civils, est une véritable encyclopédie pour tous ceux qu'intéresse le vol. Quatre parties essentielles : 1° Aviation et théorie du vol ; 2° Moteurs d'aviation ; 3° Navigation ; 4° Météorologie. Il est difficile de donner une idée de l'abondance des matières incluses sous ces différentes têtes de chapitre ; citons toutefois le nouveau chapitre « instruments de vol » où sont analysées et expliquées les sensations ressenties pendant le vol aux instruments. Cet excellent manuel est fort abondamment illustré de croquis et photographies.

L'architecture préfabriquée, par Pol Abraham. 1 vol. in-8°, xv-140 p., 70 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 960 F.

L'ouvrage de Pol Abraham qui vient d'être réédité dans l'excellente collection de *L'Actualité Technique* est le seul exposé simple sur ce problème à l'ordre du jour, dont la mise en application pratique soulève d'énormes difficultés qu'il faut résoudre car il semble bien que la préfabrication soit la seule solution permettant à l'architecture de survivre, en diminuant ses prix de revient. L'auteur est particulièrement désigné, par ses travaux sur les groupes d'immeubles construits en semi-préfabrication à Orléans, pour apprécier de façon très précise les avantages et les possibilités de ces nouveaux procédés sur lesquels il fournit des indications intéressantes et qui seront utilisables immédiatement par l'architecte et par l'urbaniste. L'ouvrage, abondamment illustré, se laisse lire facilement et trahit à chaque page l'expérience directe que l'auteur possède de son sujet.

Physique et technique du bruit, par A. Moles. 1 vol. in-8°, 168 p., 125 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 960 francs.

Le bruit est une plaie de la civilisation mécanique ; il provoque une tension nerveuse, une fatigue inutiles. On s'applique maintenant à l'analyser, à le réduire, à l'interdire. Le présent ouvrage, rédigé par un acousticien expérimenté, est divisé en quatre parties : étude physique de la nature des bruits ; méthodes expérimentales d'analyse des divers types ; constatations des ingénieurs et des physiologistes sur leur nuisance ; enfin, étude approfondie des moyens de lutte à la source, ce qui est surtout du domaine de l'ingénieur, et contre la transmission, ce qui incombe plutôt à l'architecte, enfin des projets de réglementation relatifs à la construction insonore. L'ouvrage abondamment illustré se termine par des tables numériques et une bibliographie choisie.

Je construis ma maison sans capitaux, par Ch. Monnin. 1 vol. in-8°, 196 p., 107 fig. Dunod, Paris, 1952. Prix : 680 F.

Voici un ouvrage qui intéressera des milliers de Français victimes de la crise du logement. Construire une maison paraît à beaucoup comme une entreprise chimérique, réservée aux spécialistes : architectes, entrepreneurs, etc., qu'ils abordent tout pleins de respect, alors que dans des pays comme la Suède, un grand nombre de gens construisent eux-mêmes leur maison. Ce petit livre remédiera à leurs craintes. D'un plan heureux, il présente d'abord un sommaire des procédés de financement que la jurisprudence actuelle offre au particulier. Puis il aborde la construction elle-même, ensemble de règlements techniques souvent assez précis, matériaux et leur mise en œuvre, terrassements, murs, toits et installations, ces dernières traitées peut-être un peu brièvement eu égard à leur importance dans la construction. Un livre précis et utile.

Appareils et cerveaux électroniques, par A. Ducrocq. 1 vol. in-16, 177 p., 32 fig., 16 pl. Hachette, Paris, 1952. Prix : 500 francs.

Cet excellent ouvrage de vulgarisation expose avec beaucoup de clarté les principes de l'électronique et présente une revue très complète de ses applications. Celles-ci s'étendent chaque jour dans tous les domaines industriels, techniques et domestiques. L'électronique est l'agent le plus actif de la marche rapide vers l'automatisme, caractéristique de l'époque actuelle qui transforme les conditions de la vie matérielle.

PETITES ANNONCES

(150 F la ligne. Supplément de 100 F pour domiciliation aux bureaux de la revue).

A VENDRE : Appareil microphotographique « Nachet » comprenant : 1 chambre noire 9 × 12 verticale ; 1 porte-plaque avec verre dépoli ; 1 support écran ; 1 lampe complète avec rhéostat sans diaphragme ; 1 micromètre, objectif 1/100 ; 1 déclencheur ; 1 interrupteur ; 1 microscope avec corps monoculaire, grande platine mobile à déplacements rectangulaires, verniers, revolver quadruple, porte-objectif avec condensateur ; 2 colonnes de maintien pour déplacement de la chambre noire suivant grossissement ; objectifs × 4, ×10, × 16, × 30 ; 1 objectif 5 M ; 1 oculaire projecteur × 3,5 + loupe de mise au point ; 1 illuminateur vertical pour statif AC B ; 1 miroir à projeter ; 1 rhéostat 120 W-1,5 A.

Écr. aux SOUDIÈRES RÉUNIES LA MADELEINE-VARANGÉVILLE, La Madeleine, par Laneuveville-devant-Nancy (M.-et-M.).

RECHERCHE autoclave 25 ou 35 l, chauf. élect. ou gaz. Faire offre sous n° 119.

LA PHYSIQUE MODERNE SOUS UNE FORME HUMORISTIQUE

M. TOMPKINS AU PAYS DES MERVEILLES

Par G. GAMOW

102 pages 16×21, avec 29 ill. 1953. Br. 480 F

DUNOD. Éditeur, 92, rue Bonaparte. Paris VIe

PARQUEZ VOS BÊTES, PROTÉGEZ VOS CULTURES AVEC

LA CLÔTURE ÉLECTRIQUE

CLOSELEC

30 RUE St-AUGUSTIN - PARIS-2e

Lisez

SCIENCE et SOCIÉTÉ

publication trimestrielle

- études inédites sur les événements et les tendances d'aujourd'hui
- critiques détaillées des principaux livres, documents et articles qui traitent des effets sociaux de la science

19, Av. Kléber, Paris

abonnement annuel : 600 fr.
spécimen sur demande

DIVISION DES VENTES,
UNESCO
19, Avenue Kléber, PARIS XVIe

VOL. IV - N° 1 - Printemps 1953 :

La société sous l'emprise de la science,
par H. A. SPOEHR

Le grand problème de l'astronautique,
par ARTHUR C. CLARKE

Le développement national fondé sur la science : Le cas du Danemark,
par BORGE MICHELSEN

également des informations et revues de livres.

La vie et l'œuvre des grands hommes

vues sous un jour nouveau par les auteurs les plus réputés.

Collection « LES CONSTRUCTEURS »

THOMAS D'AQUIN
Par St-M. GILLET, o. p. VIII-284 p. 12×18. Broché..... **360 F**

LA MONARCHIE FRANÇAISE
Par Ch. BENOIST. 2 volumes ensemble, 593 p. 12×18. Brochés.. **420 F**

RICHELIEU
Par le Comte de SAINT-AULAIRE. 312 p. 12×18 (53e mille). Br.. **360 F**

WASHINGTON
Par F. ROZ. 282 p. 12×18. Br. **360** F. Édition originale sur alfa. **480 F**

NAPOLÉON
Par L. MADELIN. 450 p. 12×18 (41e mille). Broché..... **360 F**

TALLEYRAND
Par le Comte de SAINT-AULAIRE. 438 p. 12×18 (52e mille). Br.. **360 F**

LACORDAIRE
Par St-M. GILLET, o. p. XII-236 p. 12×18. Broché..... **540 F**

THIERS
Par G. LECOMTE. 316 p. 12×18. Édition originale sur alfa. Br.. **480 F**

ROOSEVELT
Par F. ROZ. 228 p. 12×18. Broché..... **280 F**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez

92, rue Bonaparte — Éditeur — Paris VIe

DUNOD

MASSON et Cie, Editeurs - 120, boulevard Saint-Germain - PARIS VIe

RÉCENTES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Les hommes fossiles.

Éléments de paléontologie humaine,
par *Marcellin BOULE et Henri-V. VALLOIS*. 4e édition. 583 pages, 299 figures ..... Broché : **3.800** fr.
Cartonné toile : **4.400** fr.

Initiation à l'embryologie générale.

par *Albert DALCQ*, Professeur à l'Université de Bruxelles. 122 pages, 36 figures dont 1 planche en couleurs.. **920** fr.

Léon Frédéricq, un pionnier de la physiologie.

(Œuvres choisies).
Volume publié à l'occasion du Centenaire de sa naissance. 233 pages, 21 figures ..... **1.400** fr.

Manuel pratique de préparations organiques,

avec de petites quantités de substances,
par *H. LIEB* et *W. SCHÖNIGER* (Institut de Chimie médicale et Pregl-Laboratorium de l'Université de Graz). Traduction de R. SPECKLIN. Préface du Pr R. LOCQUIN. 181 pages, 52 figures ..... **1.350** fr.

Traité de manipulation et d'analyse des gaz.

par *Henri GUERIN*, Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. Préface du Pr P. LEBEAU. 636 pages, 310 figures.
Broché : **4.500** fr. ; Cartonné toile : **5.100** fr.

Méthodes et réactions de l'analyse organique.

Déterminations générales et recherches fonctionnelles,
par *M. PESEZ* et *P. POIRIER* (ouvrage publié sous la direction de L. VELLUZ). Préface de Ch. DUFRAISSE.
Volume II. — *Méthodes de caractérisation*. 278 pages, 7 planches, nombreux tableaux ..... **2.700** fr.

Substances naturelles de synthèse.

Préparations et méthodes de laboratoire,
sous la direction de *L. VELLUZ*. Doct. ès Sciences physiques.
Volume V. 206 pages, 7 figures, 1 pl. h. t. Broché : **2.400** fr.
Cartonné toile : **2.800** fr.

Races mélanodermes et leucodermes.

Pigmentation et fonctionnement cortico-surrénalien,
par *Jeanne LESCHI*. 109 pages, 13 graphiques.... **950** fr.

Le gérant : F. DUNOD. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 1er TRIMESTRE 1953, N° 2466. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS, (310566), LAVAL, N° 2705. — 3-1953.